



Pedro Miguel Costa Rodrigo

Licenciado em Ciências da Engenharia e Gestão Industrial

Implementação de um Modelo de Melhoria Contínua numa Empresa do Setor Alimentar

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Helena Victorovna
Guitiss Navas, Professora Auxiliar, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado
Arguente: Prof. Doutora Ana Sofia Martins da Eira Dias
Vogal: Prof. Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro de 2018

Implementação de um Modelo de Melhoria Contínua numa Empresa do Setor Alimentar

Copyright © 2018 Pedro Miguel Costa Rodrigo, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer à Nobre Alimentação, Lda. pela oportunidade dada para a realização da presente dissertação, pela valorização profissional e pessoal adquirida durante o tempo em que se realizou o estágio curricular.

À professora Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas, pela orientação da dissertação, pela disponibilidade e pelos conselhos sempre construtivos que deu ao longo de todo o percurso académico.

Ao Engenheiro Alexandre Cláudio, pela disponibilidade demonstrada e pelas sábias orientações e incentivos inculcados.

À equipa do *Lean*, constituída por Luís Neto, Filipe Ferreira e Sofia Paulo. Pela camaradagem e apoio, mesmo com uma grande carga de trabalho sempre estiveram ali para ajudar.

A todos os professores do DEMI e da FCT, dos quais recebi os seus ensinamentos técnicos que me permitiram evoluir como indivíduo.

A todos os meus colegas e amigos que me acompanharam durante todo o meu período académico.

Aos meus tios, primos e avós.

À minha namorada Sara Antunes, por todo o apoio e paciência em todo o caminho que já percorremos juntos. Agradecer-te não é um gesto que se põe em papel, mas algo que se partilha ao longo da vida. Ainda assim, Obrigado.

Por último à minha fonte de inspiração, os meus pais. É a eles que devo todo o meu percurso académico e tornar-me na pessoa que sou hoje, pelo seu esforço em me proporcionarem e facilitarem a realização de todos os meus projetos pessoais ao longo da minha existência.

Resumo

A procura pela perfeição, obriga as organizações a adotarem novas técnicas e abordagens, focalizadas na criação sistemática de soluções inovadores que facilitem os processos de melhoria contínua. Tendo em vista este contexto, surgiu uma oportunidade de estudo de implementação da filosofia *Lean* na linha de produção, numa organização do ramo alimentar, a empresa Nobre Alimentação, Lda.

Foi concebido um modelo de melhoria contínua para um sistema técnico/organizacional, que combina a metodologia TRIZ, as técnicas associadas à filosofia *Lean*, e a ferramenta Modelo de Kano.

Assim, recorreu-se a uma análise da situação inicial que se realiza na empresa supracitada, através de técnicas de observação direta, *brainstorming* e questionários aos colaboradores. Esta análise permitiu identificar os problemas, e recorrendo à técnica dos 5 Porquês para identificar as causas dos problemas detetados, sendo que, posteriormente se utilizou a ferramenta análise de Pareto para a triagem dos problemas, assinalando os mais relevantes para analisar no caso em estudo.

De seguida foram aplicados instrumentos analíticos da metodologia TRIZ, como sejam, a Análise Substância-Campo e Matriz de Contradições, que em conjunto com as técnicas associadas à *Lean*, permitiram elaborar propostas de melhoria, sendo posteriormente validadas, tendo em conta a Matriz de Idealidade, que permitiu constatar o aumento da idealidade do sistema.

Desta forma, foram implementadas todas as melhorias propostas, como sejam, Manutenção Autónoma, 5S's, procedimentos normalizados, e *One Point Lessons*, tendo em vista a redução de desperdícios, o aumento da produtividade, a eliminação de atividades que não acrescentavam valor e, consequentemente, reduzir a variabilidade dos métodos de trabalho e aumentar a qualidade do produto final.

Por fim, verificou-se o nível de satisfação dos colaboradores perante as melhorias introduzidas na linha de produção, através do Modelo de Kano, que nos indicou resultados positivos quer na ótica do colaborador quer para a empresa.

Palavras-chave: Melhoria Contínua, *Lean*, TRIZ, Manutenção Autónoma, Modelo de Kano, *One Point Lessons*

Abstract

The search for perfection forces organizations to adopt new techniques and approaches, focused on the systematic creation of innovative solutions that facilitate the processes of continuous improvement. In view of this context, there was an opportunity to study the implementation of the Lean philosophy in the production line, in a food organization, the company Nobre Alimentação, Lda.

A continuous improvement model was designed for a technical / organizational system, combining the TRIZ methodology, the techniques associated with the Lean philosophy, and the Kano Model tool.

Thus, we used an analysis of the initial situation that is carried out in the aforementioned company, through techniques of direct observation, brainstorming and questionnaires to employees. This analysis allowed to identify the problems and using the technique of 5 Why's to identify the causes of the detected problems, being that later the Pareto analysis tool was used to solve the problems, pointing out the most relevant ones to analyse in the case under study.

Then, analytical instruments of the TRIZ methodology were applied, such as the Substance-Field Analysis and Matrix of Contradictions, which together with the techniques associated with Lean allowed to elaborate improvement proposals, being later validated, taking into account the Matrix of Ideality, which allowed to verify the increase of the ideality of the system.

In this way, all the proposed improvements were implemented, such as Self Maintenance, 5S's, standard procedures, and *One Point Lessons*, to reduce waste, increase productivity, eliminate activities that did not add value and, consequently, reduce the variability of working methods and increase the quality of the final product.

Finally, the level of employee satisfaction with the improvements introduced in the production line was verified through the Kano Model, which showed us positive results both from the point of view of the employee and the company.

Keywords: Continuous Improvement, Lean, TRIZ, Autonomous Maintenance, Kano Model, *One Point Lessons*

Índice

	Pág.
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento e Objetivos do Estudo.....	1
1.2 Estrutura da Dissertação.....	3
2 <i>Lean Thinking</i>.....	5
2.1 Origem e Definição da Filosofia <i>Lean</i>	5
2.2 Princípios do Pensamento <i>Lean</i>	7
2.3 Fontes de Desperdício.....	8
2.4 Ferramentas e Metodologias do <i>Lean Thinking</i>	9
2.4.1 Gestão Visual.....	9
2.4.2 Metodologia 5S.....	10
2.5 Manutenção <i>Lean</i>	12
2.5.1 TPM.....	12
2.5.2 Níveis de Manutenção e Manutenção Autônoma.....	14
3 Outras Metodologias de Apoio à Melhoria de Processos.....	15
3.1 Teoria de Resolução Inventiva de Problemas.....	15
3.1.1 Introdução à Metodologia TRIZ.....	15
3.1.2 Características da Metodologia TRIZ.....	17
3.1.3 Conceitos Fundamentais da TRIZ.....	18
3.1.4 Principais Ferramentas da TRIZ.....	21
3.2 <i>Brainstorming</i>	30
3.3 5 Porquês.....	30
3.4 Diagrama de Pareto.....	31
3.5 Modelo de Kano.....	32
4 Metodologia do Estudo e Proposta de Modelo de Melhoria Contínua.....	35
4.1 Apresentação do Modelo Proposto.....	35

4.2	Descrição do Modelo Proposto	37
4.2.1	Análise de um Sistema Técnico/Organizacional	37
4.2.2	Geração das Soluções do Problema.....	38
4.2.3	Nível de Idealidade da Solução	39
4.2.4	Avaliação da Satisfação dos Colaboradores após Implementação das Soluções	40
5	Estudo de Caso	41
5.1	Caracterização da Empresa.....	41
5.1.1	História e Estrutura da Nobre Alimentação, Lda.	42
5.1.2	Visão, Estratégia e Missão.....	45
5.1.3	Certificação, Qualidade e Segurança Alimentar na Empresa	46
5.2	Caracterização dos Processos Produtivos.....	47
5.2.1	Fluxograma do Processo Fabrico de Fiambre da Perna.....	47
5.2.2	Descrição do Processo de Fabrico do Fiambre da Perna.....	48
5.3	Identificação de Oportunidades de Melhoria	51
5.3.1	Recolha de Problemas e Oportunidades de Melhoria.....	51
5.3.2	Análise dos Problemas Identificados	52
5.3.3	Triagem de Problemas.....	56
5.4	Propostas de Melhoria	58
5.4.1	<i>Checklist</i> de Manutenção Autónoma.....	58
5.4.2	Ferramenta 5S e Procedimentos Normalizados	60
5.4.3	<i>One Point Lesson</i>	61
5.5	Implementação das Melhorias e Discussão dos Resultados	63
5.5.1	Nível de Idealidade	63
5.5.2	<i>Checklist</i> de Manutenção Autónoma.....	68
5.5.3	Ferramenta 5S e Procedimentos Normalizados	72
5.5.4	<i>One Point Lesson</i>	91
5.5.5	Modelo de Kano	93
6	Conclusões Finais	97
6.1	Considerações Finais e Resultados.....	97

6.2	Propostas para Trabalhos Futuros.....	100
Bibliografia		101
Anexos		107
Anexo I – Questionário de Identificação de Problemas.....		107
Anexo II – Exemplo de <i>Checklist</i> de Manutenção Autônoma.....		108
Anexo III – Tabelas Auditoria 5S Inicial.....		110
Anexo IV – Tabela Auditoria 5S Final		112
Anexo V – Manual de Auditoria 5S		114
Anexo VI – Exemplo de OPL.....		115
Anexo VII – Questionário de Análise à Satisfação dos Colaboradores.....		118

Índice de Figuras

Figura 2.1 – Pilares do TPM	13
Figura 3.1 - Processo de Resolução Geral de Problemas	16
Figura 3.2 - Perspetiva Hierárquica da Metodologia TRIZ	18
Figura 3.3 – Sistema Completo	22
Figura 3.4 – Sistema Incompleto.....	22
Figura 3.5 – Sistema Completo Insuficiente ou Ineficiente.....	22
Figura 3.6 – Sistema Completo com Efeito Prejudicial.....	23
Figura 3.7 – Solução Geral 1.....	24
Figura 3.8 – Solução Geral 2.....	24
Figura 3.9 – Solução Geral 3.....	24
Figura 3.10 – Solução Geral 4.....	25
Figura 3.11 - Solução Geral 5	25
Figura 3.12 - Solução Geral 6	26
Figura 3.13 – Solução Geral 7.....	26
Figura 3.14 – Exemplo de Diagrama de Pareto.....	32
Figura 3.15 – Atributos do Modelo de Kano.....	33
Figura 4.1 – Modelo Proposto para a Análise de um Sistema Técnico/Organizacional	36
Figura 4.2 – Primeira Parte do Modelo – Análise de um Sistema Técnico/Organizacional.....	37
Figura 4.3 – Segunda Parte do Modelo – Classificação e Formulação do Problema.....	39
Figura 4.4 - Terceira Parte do Modelo - Avaliação do Grau de Idealidade	39
Figura 4.5 – Quarta Parte do Modelo – Avaliação da Satisfação dos Colaboradores.....	40
Figura 5.1 - Mapa das Empresas do Grupo Campofrio Food Group.....	41
Figura 5.2 – Área das Vendas <i>Marketing</i> e <i>Shopper Marketing</i>	44
Figura 5.3 – Área de Suporte	44
Figura 5.4 – Área de Produção	45
Figura 5.5 – Certificados Obtidos pela Empresa Nobre Alimentação, Lda.	46
Figura 5.6 – Fluxograma do Processo de Fabrico do Fiambre da Perna.....	47
Figura 5.7 – Questionário Efetuado aos Colaboradores.....	52
Figura 5.8 – Diagrama de Pareto dos Problemas Identificados	57
Figura 5.9 – <i>Checklist</i> de Manutenção Autónoma	69
Figura 5.10 – Como Preencher a <i>Checklist</i>	70
Figura 5.11 – Instruções da <i>CheckList</i>	70
Figura 5.12 – Portões de Camaras Frigoríficas ou Separação de Zonas	76
Figura 5.13 – Sacos do lixo	76
Figura 5.14 – Aventais.....	77
Figura 5.15 – Ferramenta.....	77
Figura 5.16 – Contentor de transporte	78

Figura 5.17 – Pavimento	78
Figura 5.18 – Ventosas.....	79
Figura 5.19 – Extintor	79
Figura 5.20 – Ferramentas de Limpeza	80
Figura 5.21 – Caixas.....	80
Figura 5.22 – Gavetas	81
Figura 5.23 – Rolos	81
Figura 5.24 – Paletes.....	82
Figura 5.25 – Suporte	82
Figura 5.26 – Suporte para Teclado.....	83
Figura 5.27 - Máquinas.....	83
Figura 5.28 - Material.....	84
Figura 5.29 – Sacos.....	84
Figura 5.30 - Passadeira	85
Figura 5.31 – Etiqueta	86
Figura 5.32 – Identificações	86
Figura 5.33 – Quadro Controlo Perfomance	87
Figura 5.34 – Marcações das Zonas.....	87
Figura 5.35 – Regras	88
Figura 5.36 – Procedimentos	88
Figura 5.37 – Exemplo de uma OPL.....	92
Figura 5.38 – Atributos Críticos para o Cliente, Segundo o Modelo de Kano	95
Figura A 1 – Questionário Efetuado aos Colaboradores	107
Figura A 2 – 1º Exemplo de <i>Checklist</i> de Manutenção Autónoma	108
Figura A 3 – 2º Exemplo de <i>Checklist</i> de Manutenção Autónoma	109
Figura A 4 – Exemplo do Manual 5S.....	114
Figura A 5 – Exemplo de OPL.....	115
Figura A 6 – 2º Exemplo de OPL	116
Figura A 7 – 3 º Exemplo de OPL	117

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Comparação dos Sistemas de Produção	6
Tabela 3.1 - Níveis de Inovação.....	16
Tabela 3.2 – Classes das Soluções-Padrão.....	23
Tabela 3.3 – Parâmetros Técnicos da Metodologia TRIZ	27
Tabela 3.4 – Princípios Inventivos da Metodologia TRIZ	28
Tabela 3.5 – Matriz de Idealidade Aplicada ao Estudo de Caso – Fogão de Campismo	29
Tabela 5.1 – Análise dos 5 Porquês dos Problemas Identificados	53
Tabela 5.2 – Problemas Identificados pelos Operários nos Questionários.....	56
Tabela 5.3 – Definição de Valor no Serviço de Manutenção.....	58
Tabela 5.4 – Identificação dos Princípios Inventivos na Matriz de Contradições	61
Tabela 5.5 – Matriz de Idealidade Aplicada aos Parâmetros Definidos	64
Tabela 5.6 – Parâmetros de Avaliação dos 5S's	73
Tabela 5.7 – 1º Auditoria 5S.....	74
Tabela 5.8 – Continuação da 1º Auditoria 5S.....	75
Tabela 5.9 – Auditoria Final.....	89
Tabela 5.10 – Resultados da Aplicação dos Inquéritos de Modelo de Kano	95
Tabela A 1 - Auditoria 5S Inicial – Padronização, Disciplina	110
Tabela A 2 – Auditoria 5S Inicial – Organização, Identificação, Limpeza	111
Tabela A 3 – Auditoria 5S Final – Organização, Identificação, Limpeza.....	112
Tabela A 4 – Auditoria 5S Final – Padronização, Disciplina.....	113
Tabela A 5 – Questionário de Análise à Satisfação dos Colaboradores.....	118
Tabela A 6 – Atributos do processo	119

Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

AFNOR - *Association Français de Normalisation*

APCER - Associação Portuguesa de Certificação

EN - Norma Europeia

EPI's - Equipamentos de Proteção Individual

HACCP - Hazard Analysis and Critical Control Point

IFS - *International Featured Standard*

IQF - Instituto para a Qualidade na Formação

ISO - Norma Internacional

JIC - *Just in Case*

JIT - *Just in Time*

Lda. - Limitada

NP - Norma Portuguesa

OPL - *One Point Lesson*

PDCA - *Plan, Do, Check, Act*

SuField - Análise Substância-Campo

TPM - *Total Productive Maintenance*

TPS - Sistema de Produção da *Toyota*

TRIZ - Teoria de Resolução Inventiva de Problemas

WIP - *Work in Progress*

5S - Cinco S's

1 Introdução

Neste capítulo inicial, ambiciona-se apresentar o trabalho desenvolvido, contextualizando primeiro o projeto através do enquadramento que concilia as várias temáticas abordadas, sendo expostos os objetivos a atingir, e de seguida a organização do documento.

1.1 Enquadramento e Objetivos do Estudo

À medida que o ambiente de negócios mundial se altera, torna-se cada vez mais difícil manter a competitividade das empresas portuguesas. Os clientes exigem mudanças, a tecnologia evolui e as forças da competitividade alteram-se.

O desafio competitivo está em presente nas áreas de negócios atuais devido às características competitivas dos mercados e ao princípio de sobrevivência do mais forte, quem oferecer produtos, serviços, conceitos ou sistemas obsoletos ou não competitivos será extinto. Existem muitos conceitos de elevada procura atual, mas a competitividade vai encarregar-se de excluir os que têm pouco valor agregado.

O mundo atual está repleto de mudança e incerteza. Hoje, ao contrário do que acontecia há uma década atrás, os produtos ou serviços tornam-se obsoletos muito mais depressa. Surgem cada vez mais empresas e tecnologias, e quem não conseguir lidar com a mudança vê a sua existência ameaçada.

Apesar de os novos produtos e serviços tornarem a vivência atual mais conveniente, um ambiente de negócio em rápida mudança pode ameaçar os nossos empregos e empresas. Por sua vez, pode também afetar os relacionamentos com colegas de trabalho, familiares, e amigos, entre outros. Estas mudanças que ocorrem no mundo de negócios podem ter um efeito traumático se resultarem em despedimentos ou falências repentinas.

No entanto, com precaução e preparação prévias, estas mudanças podem representar novas oportunidades para recorrência ao potencial empresarial. Em vez de se navegar por mares turbulentos, pode-se alterar o rumo e encontrar um caminho seguro, de modo a alcançar um posicionamento forte no mercado.

Perante a emergência de concorrentes com as mais diversas origens e experiências, capazes e disponíveis para a competição em prol de uma posição mais forte no mercado, torna-se particularmente relevante ganhar competitividade.

Com uma conjuntura económica complexa, é também colocada às organizações a necessidade de melhorarem a sua eficácia e eficiência na realização dos seus processos. Esta necessidade surge face ao aumento da oferta de produtos e serviços cada vez a preço mais baixo e com melhor qualidade.

Tendo em vista satisfazer esta necessidade, as empresas precisam de seguir estratégias que visem a inovação e melhoria continua em toda a cadeia de produção, de modo a garantirem a sua sustentabilidade e competitividade. Na indústria alimentar, são frequentemente utilizadas estas estratégias, que passam pela melhoria da utilização dos recursos, redução ou eliminação dos desperdícios, e a descoberta de soluções para os constrangimentos operacionais encontrados nas linhas de produção.

Segundo Womack e Jones (2003), a orientação para a melhoria continua e a eliminação de desperdícios, apoiadas pela filosofia *Lean*, proporciona às organizações uma forma de fazer mais por menos, com menor esforço humano, com menos equipamentos, menos tempo e menos espaço, à medida que se aproxima cada vez mais daquilo que os clientes desejam. De tal forma que, tudo o que não vá de encontro às necessidades específicas do cliente, representa um desperdício que não agrega valor para as organizações.

Assim, o fluxo de atividades das organizações torna-se mais eficiente, incluindo apenas as atividades que criam valor, alinhadas na melhor sequência possível e com o mínimo de interrupções.

A inovação sistemática e a filosofia *Lean* podem complementar-se mutuamente. As organizações sentem a necessidade de tornarem os seus processos mais criativos e inovadores. O processo de geração de soluções é complexo, e por isso, são precisas soluções criativas e por vezes disruptivas ou radicais. Assim, com o auxílio da Teoria de Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ), encontram-se as técnicas e ferramentas analíticas capazes de encontrar soluções criativas para a resolução de problemas existentes.

As ferramentas de *Lean* são indispensáveis na atual realidade económica mundial dentro de uma organização, a difícil relação do mercado nacional que tem que se adequar com o mercado internacional, precisa de reduzir custos para não perder mercado e sobreviver em países onde a exploração é extremamente ríspida e a mão de obra é quase escrava.

Com o desenvolvimento de um modelo de melhoria contínua pretende-se conjugar as técnicas da filosofia *Lean*, a metodologia TRIZ e o Modelo de Kano, de modo a encontrar soluções inventivas, que permitam resolver problemas do local em estudo. O modelo foi desenvolvido em forma de fluxograma e constitui a base do caso de estudo.

Assim, a empresa Nobre Alimentação, Lda. sentiu a necessidade de expandir a sua visão para estas ferramentas, tendo sido objetivo do presente estudo contribuir no percurso que é a melhoria continua de todos os sectores que constituem a organização.

Neste contexto a presente dissertação foi desenvolvida no âmbito de um estudo na empresa Nobre Alimentação, Lda., indústria de transformação e comercialização de carnes e derivados, que com base nos mais elevados padrões de qualidade, inovação, higiene e segurança, visa um mercado exigente, a nível nacional e internacional.

Com a presente dissertação, pretende-se a aplicação das metodologias referidas, na linha de produção de fiambre da Nobre Alimentação, Lda., em consequência da preocupação em melhorar o seu processo de produção e de eliminar qualquer tipo de desperdício que esteja a provocar despesas desnecessárias à organização, tendo como objetivo principal maximizar o lucro através da redução desses mesmos desperdícios, para além de assegurar a qualidade do serviço e a satisfação do cliente.

1.2 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está dividida em seis capítulos, incluindo o capítulo introdutório atual, onde é realizado um enquadramento do âmbito deste estudo, os objetivos, e a estruturação do documento.

No segundo e terceiro capítulo, é realizada a revisão bibliográfica, onde são descritos os fundamentos da filosofia *Lean*, da Metodologia TRIZ, tal como as ferramentas que lhes estão associadas, e outras metodologias que servem de apoio ao estudo. Nestes capítulos encontra-se o enquadramento teórico de apoio ao trabalho desenvolvido na Nobre Alimentação, Lda.

No quarto capítulo é apresentada a Metodologia de Estudo utilizada, bem como o Modelo que será seguido ao longo do estudo efetuado.

No quinto capítulo é feita a caracterização da Empresa e do segmento de mercado em que está inserida. É feita uma análise dos processos da empresa ao nível da linha de fabrico do fiambre, bem como, a identificação de oportunidades de melhoria e as consequentes propostas de melhoria, recorrendo às metodologias apresentadas no terceiro capítulo. Por fim, este capítulo evidencia a implementação de todas as melhorias e os benefícios que estas proporcionam.

No sexto e último capítulo são apresentadas as conclusões e considerações finais, assim como as sugestões de propostas para futuros trabalhos.

2 *Lean Thinking*

A filosofia *Lean* considera desperdício qualquer atividade que não cria valor durante todo o processo de produção e foca a sua visão na redução de desperdícios existentes. Embora tenha tido origem na indústria automóvel, (através da *Toyota Production System*), hoje, são conhecidos diversos casos de aplicação da filosofia *Lean* em empresas nos mais diferentes sectores, como o da construção civil, aeronáutica, saúde, banca, entre outros.

2.1 Origem e Definição da Filosofia *Lean*

A produção em massa surgiu no século XIX, como uma consequência da Revolução Industrial (1770-1800). Esta produção apresentava três características básicas que a distinguiu da produção artesanal: a divisão do trabalho, peças intercambiáveis¹ e a mecanização (Duguay *et al*, 1997).

Até aos finais da Segunda Grande Guerra, o conceito em voga era o de produção em massa. No entanto, o cenário pós-guerra era diferente para os Estados Unidos e Japão. Enquanto os Estados Unidos estavam em crescimento económico, o Japão encontrava-se com grandes perdas a nível de recursos e mercado. Este cenário levou a empresa japonesa *Toyota* a adaptar um sistema de produção automóvel em relação à sua cor, tamanho, interiores e outros (Meyers *et al*, 2002).

Também designado por *Toyota Production System* (TPS), Eiji Toyota e Taiichi Ohno, fundador da *Toyota Motor Company* e diretor de produção respetivamente, desenvolveram o TPS com o principal objetivo de eliminar o desperdício e focar a sua atenção na satisfação do cliente. A produção *Lean* surge assim, em contraste com os sistemas de produção mais utilizados na altura, focados na produção em massa e com uma flexibilidade mínima permitida ao cliente final (Womack *et al*, 2003).

O sistema de gestão da *Toyota* tem como princípio, a produção enxuta que pode ser definida como um sistema de produção flexível, ágil e inovador. A produção é “puxada” pelo cliente e não empurrada pelo fornecedor. No início das suas operações a *Hyundai* baseou-se no modelo de Henry Ford, e com o passar dos anos esta foi introduzindo alguns conceitos da produção enxuta.

Com pouco tempo de existência em relação à *Toyota*, a *Hyundai* conseguiu destacar-se dentro do cenário mundial de fabricação de veículos.

¹Peça substituível por outra igual em caso de avaria ou dano.

Na Tabela 2.1 é possível visualizar as várias características dos sistemas de produção em Massa baseado em Henry Ford e produção *Lean* baseado na Toyota.

Tabela 2.1 - Comparação dos Sistemas de Produção (adaptado de Melton, 2005)

Produção em Massa		Produção <i>Lean</i>
Base	Henry Ford	<i>Toyota</i>
Pessoas	Pouco multifacetadas	Equipas multifacetadas em todos os níveis da organização
Operadores	Pouco qualificados	Elevada qualificação
Equipamentos	Caros, e só fazem uma coisa	Multifuncionais
Métodos de Produção	Grandes volumes de produção de produtos estandardizados	Produzir apenas quando o cliente faz a encomenda
Filosofia Organizacional	Hierarquia – a gestão tem a responsabilidade	Fluxos de valor, em que a responsabilidade chega aos níveis mais baixos
Filosofia	Ser bom o suficiente	Alcançar a perfeição

A Produção *Lean* é definida por fazer “emagrecer” (traduzido como “produção magra”) todas as características na produção em massa, significando um menor esforço humano, menos defeitos, menos espaço fabril, menos stocks e menor tempo no desenvolvimento de um novo produto.

O desafio está em “maximizar a quantidade de produto entregue e, ao mesmo tempo, minimizar os recursos, nomeadamente matérias-primas, mão-de-obra, espaço, entre outros” (Liker, 2004).

Assim, o conceito *Lean* evoluiu para uma filosofia de pensamento, o Pensamento *Lean*, que procura pela eliminação de desperdício e persegue a melhoria continua dentro da organização. Este pensamento é aplicável a todos os elos de uma cadeia de abastecimento, serviços e outros (Womack *et al*, 2003).

É importante salientar que o compromisso com o *Lean Thinking* deve começar ao nível da gestão de topo e deve desenvolver-se em cascata para todos os níveis da organização com o objetivo de melhorar o fluxo de materiais e informação, assim como, a eficiência dos processos (Antony, 2010).

Segundo Womack e Jones (2005), esta filosofia de gestão deve ser aplicada em todas as áreas de uma organização, desde a área das vendas à área das compras, das finanças e recursos humanos. Dando sempre prioridade às áreas onde o desperdício é maior e oferecendo maiores oportunidades de melhoria com impactos substanciais sobre o negócio.

Qualquer organização tem como pretensão tornar-se competitiva no mercado através da sua própria gestão, metodologias e tecnologia, de modo a diferenciar-se dos seus concorrentes e a melhorar continuamente os seus processos. Atualmente, uma das escolhas mais populares para atingir esse fim é o investimento na filosofia *Lean Thinking* (Demeter e Matyusz, 2011).

2.2 Princípios do Pensamento *Lean*

Segundo Womack e Jones (2003), após a observação de vários casos de indústrias em crise e análise dos mesmos, é possível concluir que, para a utilização de todo o potencial do Pensamento *Lean*, é necessário compreender e interligar cinco princípios chave.

- **Valor** – Define o início do Pensamento *Lean*, onde, de forma precisa e consciente, é definido o valor exato de um determinado produto, que oferece características particulares por um preço específico, sempre em comunicação com clientes específicos. Opõe-se à imposição de produtos fabricados aos clientes sem qualquer flexibilidade de customização e um preço final obtido pelo custo de fabrico com margem de lucro. Desta forma, os clientes acabariam por suportar todo o custo associado, independentemente dos níveis de produtividade do processo de fabrico (Ohno, 1996). De igual modo, Womack e Jones (2003) referem que é fundamental a comunicação entre clientes e fornecedores, de forma a determinar as especificações e o preço do produto;
- **Fluxo de Valor** – A organização deve analisar e definir a sequência de atividades e processos envolvidos na cadeia de valor, e consequentemente, identificar as etapas que não acrescentam valor (Womack *et al*, 2003);
- **Melhoria do fluxo contínuo** – Foco no processo com fluxo contínuo, para reduzir stocks intermédios e aumentar a qualidade dos produtos (Aziz *et al*, 2013). De igual modo Womack e Jones (2003) referem que é necessário criar um fluxo contínuo de produção, que é caracterizado por produzir o que é necessário, quando necessário e em pequenos lotes, eliminando os desperdícios associados;

- **Preferência pelo sistema *Pull*** (puxar) – O sistema *Pull*, procura deixar o cliente (e *stakeholders*) liderar os processos, ou seja, este sistema permite produzir somente quando é efetuado o pedido pelo cliente (Womack *et al*, 2003). Assim, é produzido apenas o necessário, quando é necessário (o que o cliente realmente deseja). É a imposição do JIT em vez do JIC. Assim, é possível também controlar e reduzir a quantidade do produto em processos (WIP) e a acumulação de stocks entre os processos, o que implica um maior foco nos processos mais problemáticos.
- **Perfeição** – Tentar atingir a perfeição do processo ou produto, seguindo uma política de melhoria continua (Aziz *et al*, 2013).

2.3 Fontes de Desperdício

A filosofia *Lean* tem como um dos principais objetivos a eliminação dos desperdícios em qualquer fase do processo produtivo.

Desperdício ou *Muda* foi um conceito chave com origem no *Toyota Production System*, e está inerente a qualquer atividade que consome recursos, sem acrescentar valor ao produto (Emiliani *et al*, 2007).

Suzaki (1987) identifica os sete tipos de mudas:

- **Defeitos** – Caraterizado como desperdício. No momento em que ocorre um tipo de defeito num posto, existem desperdícios de espera nos postos dos operários seguintes. Para reduzirmos este tipo de desperdício, que aumenta os custos do produto e lead time à produção, é necessário um método de identificação dos defeitos e da sua natureza.
- **Tempo de espera** – Corresponde ao período de tempo em que os recursos não estão disponíveis quando necessários, podendo estes ser materiais, colaboradores ou informação.
- **Stocks** – Inventário de recursos materiais em excesso, ou seja, quando não são necessários por parte do cliente ou processo. São vários os problemas encobertos na tentativa de reduzir o nível de *stock*, como a ocorrência de avarias, fraca organização e arrumação, longos *setups* e transportes, entre outros (Suzaki, 2010).
- **Transporte desnecessário** – Deslocações dos operadores que não acrescentam valor,

transporte desnecessário de material ou duplo manuseamento por parte dos operadores no espaço fabril. Considerar a implementação de melhorias no *layout*, arrumação, organização dos postos de trabalho e coordenação entre processos levará à redução e eliminação deste desperdício.

- **Sobreprodução** – Considerado pela *Toyota* um dos maiores desperdícios possíveis de acontecer, sendo que este ocorre quando a produção é superior à encomenda do cliente ou de aquilo que é necessário. Matérias-primas, ocupação do armazém com stocks elevados, utilização de meios de transporte e toda a mão de obra envolvida implicam um grande esforço por parte da organização, que apenas se traduz em desperdício.
- **Movimentos desnecessários** – Resultado de movimentos de pessoas que não acrescentam valor ao produto. Práticas de trabalho incorretas, disposição de materiais ou ferramentas de trabalho mal posicionadas são algumas das causas que dão origem a este tipo de desperdício.
- **Processamento Incorreto** – No momento em que não são preenchidos os requisitos adequados por parte dos clientes ou falha na comunicação relativamente às instruções de trabalho, está-se perante um processamento incorreto(desnecessário). Novamente, encontram-se processos que não geram valor, isto é, existe desperdício no processo de produção.

2.4 Ferramentas e Metodologias do *Lean Thinking*

O *Lean Manufacturing*, a partir de uma perspetiva mais prática, consiste numa implementação de um conjunto de técnicas e ferramentas que visam a redução de desperdícios ao longo da linha produtiva. Neste Estudo foram aplicadas algumas dessas ferramentas e técnicas, como por exemplo, Gestão Visual, 5S's, *Total Productive Maintenance*.

2.4.1 Gestão Visual

A gestão visual é uma ferramenta com a capacidade de identificar o estado do sistema em tempo real (Pinto, 2014). Com foco em facilitar a comunicação visual de informação no decurso dos processos, regras de trabalho, manutenção e movimentações, é fortemente sugerida a difusão para todos os processos ou atividades dentro do ambiente de trabalho (Hall, 1987).

Hall (1987), apresenta os seguintes objetivos para a gestão visual:

- A informação visual deve ser clara e simples, para que não existam várias interpretações

diferentes entre os colaboradores;

- Permitir uma maior autonomia dos operários, e desta forma, fazer com que se sintam responsáveis pela tomada de decisões;
- Facilitar a comunicação entre chefia e operadores;
- Partilha de informação fundamental entre vários níveis da estrutura organizacional.

A gestão visual, por vezes também é referida como controlo visual, é um processo que apoia o aumento da eficiência e eficácia das operações, tornando as coisas visíveis, lógicas e, acima de tudo, mais intuitivas. Muitas empresas recorrem à gestão visual para tornar os processos mais simples, menos dependentes de sistemas informáticos e de procedimentos formais (Pinto, 2013).

Existem variadas formas de controlo visual, nomeadamente, colocação de quadros que sinalizem a qualidade ou o controlo da produção assim como marcações delimitando espaços (Shingo, 1981).

2.4.2 Metodologia 5S

A metodologia 5S surgiu no Japão, após a segunda Guerra Mundial, tendo como finalidade reorganizar e reestruturar o país após o fim da guerra, por forma a estimular a competitividade, contribuindo para o aumento de qualidade dos seus produtos e serviços (Silva, 1996).

A metodologia 5S centra-se sobre a organização do local de trabalho e a padronização dos processos de trabalho, por forma a torná-los efetivos, tendo como objetivo a simplificação do ambiente de trabalho, a redução do desperdício, a eliminação de atividades que não acrescentam valor, o aumento da segurança e a obtenção de um maior nível de eficiência da qualidade. Executar a metodologia 5S é aplicar “bons hábitos”, apesar da simplicidade dos conceitos e da facilidade de aplicação prática, a sua implementação efetiva não constitui uma tarefa simples, porque a essência dos conceitos é a promoção de mudança de atitudes e hábitos das pessoas (Silva, 1996).

Deste modo, pode-se dizer que é uma filosofia profunda, mas de práticas simples, promovendo o crescimento contínuo das pessoas e, portanto, a melhoria das organizações (Habu, Koizumi e Ohmori, 1992).

Uma vez que esta técnica foi adotada também na TPS da *Toyota*, o nome das etapas a serem seguidas derivam do japonês, embora nos dias de hoje seja usada a nomenclatura em inglês, e são elas (Niebel, 1994):

- **Sort (SEIRI)** – remoção dos itens desnecessários da área de trabalho (materiais,

máquinas, equipamentos, etc.);

- **Set in order (SEITON)** – “Um sítio para tudo e tudo no seu sítio” é a frase que melhor descreve o objetivo desta etapa, tentando sempre manter o local de trabalho organizado;
- **Shine (SEISO)** – a limpeza é necessária para a melhoria, pois permite aos funcionários detetar mais facilmente as avarias ou falhas no sistema e trabalhar num ambiente limpo e em condições operacionais;
- **Standardize (SEIKETSU)** – depois dos primeiros três “S’s” estarem implementados, é necessário uniformizar a forma de trabalho, apostando nas rotinas diárias de trabalho impostas pelas três primeiras etapas, tentando sempre melhorar o desempenho organizacional de modo a “olhar e reconhecer o que é necessário ser feito”;
- **Sustain (SHITSUIKE)** – é a etapa mais difícil e consiste na manutenção de todas as etapas, cumprindo todos os procedimentos e normas estipulados para o efeito.

Embora não seja consensual, há quem ainda considere o sexto S (*Safety* – Segurança), apesar de este aspeto estar intrínseco em todas as vertentes de qualquer organização nos dias de hoje.

Esta metodologia possibilita desenvolver um planeamento sistemático, permitindo de imediato maior produtividade, segurança, e motivação dos funcionários, com consequente melhoria da competitividade organizacional (Peterson, *et al*, 1998).

Os propósitos da Metodologia 5S são de melhorar a eficiência através da destinação adequada de materiais (separar o que é necessário do desnecessário), organização, limpeza e identificação de materiais e espaços, manutenção e melhoria do próprio 5S. Os principais benefícios da implementação desta metodologia são (Peterson, *et al*, 1998):

- Incrementação da produtividade pela redução da perda de tempo procurando por objetos. Só ficam no ambiente os objetos necessários e ao alcance da mão;
- Redução de despesas e melhor aproveitamento de materiais. A acumulação excessiva de materiais tende à degeneração;
- Melhoria da qualidade de produtos e serviços;
- Redução dos acidentes de trabalho;
- Aumento da satisfação das pessoas com o trabalho.

Para que a implementação da Metodologia 5S seja bem-sucedida, são necessários esforços adicionais para a sua monitorização e avaliação. Também é importante, que esta crie uma plataforma de comunicação entre vários participantes, em busca de uma melhoria de todo o processo (Ablanedo-Rosas, *et al*, 2010).

2.5 Manutenção *Lean*

Os principais objetivos da Manutenção *Lean* passam por detetar os desperdícios e a sua posterior eliminação, o resultado final contemplará um aumento da fiabilidade dos equipamentos e uma redução de custos. Este é sempre o propósito final da empresa, alcançar a vantagem competitiva em relação aos concorrentes.

2.5.1 TPM

A TPM é uma metodologia de melhoramento, com uma aproximação inovadora à manutenção, que conduz à otimização dos equipamentos, eliminando falhas e possíveis causas de falha (Gosavi, 2006).

Só com o envolvimento de todos os colaboradores da empresa, trabalhando em equipa, aplicando práticas de melhoria contínua, se consegue implementar a TPM com sucesso (Seth, *et al*, 2006), uma vez que, o êxito desta metodologia assentar no fator humano (Rodrigues, *et al*, 2006).

De forma a prever falhas nos equipamentos, com o objetivo de as evitar, nos anos oitenta foi desenvolvida uma nova política de manutenção denominada Manutenção Preditiva, que consiste na monitorização da condição (*Condition Monitoring*) de funcionamento dos equipamentos, avaliando os seus sinais vitais, recorrendo à análise vibracional, ao controlo de ruído, à análise de óleos, etc. (Genc, *et al*, 2007). Deste modo, o equipamento só é intervencionado quando necessário, de forma planeada, e sempre que possível, em períodos de não produção, o que conduz a poupanças significativas em materiais, uma vez que só se substitui determinado órgão quando necessário, e não ao fim de um determinado período de tempo (caso da Manutenção Preventiva), e conduz também ao aumento da disponibilidade dos equipamentos.

De acordo com Nakajima (1988), considerado o pai do TPM, esta metodologia de melhoria contínua inclui cinco importantes elementos:

- Maximizar a eficiência e eficácia dos equipamentos;
- Desenvolver um sistema de manutenção produtiva para a vida útil dos equipamentos;

- Envolver na implementação da TPM, os departamentos que planificam, projetam, e executam a manutenção dos equipamentos;
- Envolver todos os colaboradores da empresa, desde os membros da direção ao mais baixo nível hierárquico da empresa;
- Utilizar a gestão da motivação como forma de promover a TPM, realizando atividades autónomas em pequenos grupos.

De modo a implementar a TPM são necessários os oito pilares básicos (Boris, 2006). Os oito pilares da TPM encontram-se esquematizados na Figura 2.1.

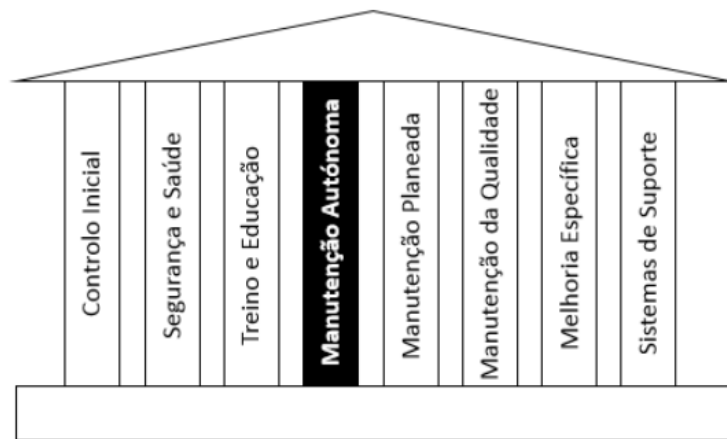


Figura 2.1 – Pilares do TPM (adaptado de Boris, 2006)

Cada pilar representa respetivamente (Boris, 2006):

- Controlo inicial do equipamento e produtos – reduz o desperdício que ocorre durante a implementação de um novo equipamento ou produção de um novo produto;
- Higiene, segurança e controlo ambiental – com o principal objetivo de evitar acidentes de trabalho e proteger o meio ambiente;
- Formação – este pilar visa melhorar as capacidades do operador e do responsável da manutenção de modo a aumentar a produtividade;
- Estruturação da manutenção autónoma – o papel do operador é de extrema importância uma vez que realiza a manutenção diária prevenindo a degradação dos equipamentos;
- Estruturação da manutenção planeada – de modo à obtenção de zero falhas;

- Manutenção da qualidade – de modo a prevenir perdas;
- Melhoria específica – melhorar máquinas;
- Sistemas de suporte – extensão do TPM aos serviços administrativos.

2.5.2 Níveis de Manutenção e Manutenção Autônoma

Segundo as normas AFNOR existem 5 níveis de intervenção de manutenção (Didelet, *et al*, 2003):

- 1º Nível – representa as afinações simples e a substituição de elementos acessíveis sem desmontagem do equipamento. Responsável: operador;
- 2º Nível – representa as reparações através da substituição de elementos normalizados. Responsável: operador e técnico especializado;
- 3º Nível – representa a identificação e diagnóstico de avarias, reparações simples. Responsável: equipa especializada/equipa de manutenção;
- 4º Nível – representa trabalhos importantes de manutenção corretiva ou preventiva. Responsável: equipa liderada por especialista;
- 5º Nível – renovação ou reconstrução de equipamentos. Responsável: equipa multidisciplinar.

A manutenção autónoma envolve os operadores nas atividades diárias de manutenção como ações de inspeção, limpeza, lubrificação e de ajuste. Este tipo de manutenção permite detetar e tratar pequenas anomalias antes que estas evoluam para uma falha mais complexa (Fogliato e Ribeiro, 2009).

De modo a que os operadores consigam realizar as atividades de manutenção que lhes são propostas, e por mais simples que sejam, é importante e fundamental que todos recebam a formação indicada e que esta seja contínua (Kister e Hawkins, 2006).

3 Outras Metodologias de Apoio à Melhoria de Processos

O presente capítulo abrange a pesquisa e revisão bibliográfica efetuadas sobre a Metodologia TRIZ, bem como outras metodologias pertinentes. Na primeira parte do capítulo são expostos e sistematizados os fundamentos da Metodologia TRIZ, bem como algumas ferramentas desta, na segunda parte do capítulo encontram-se as restantes metodologias de apoio, *Brainstorming*, 5 Porquês, Diagrama de Pareto, Modelo de Kano.

3.1 Teoria de Resolução Inventiva de Problemas

A competitividade no mercado tem vindo a aumentar, fazendo com que as empresas que não inovam percam vantagem competitiva, assim esta metodologia tem por objetivo auxiliar a procura de solução, através da inovação sistemática, onde a simples aplicação de boas práticas tradicionais de engenharia já não produzem resultados suficientes.

3.1.1 Introdução à Metodologia TRIZ

Esta metodologia é conhecida pelo seu acrónimo de origem russa, TRIZ, a Teoria da Resolução Inventiva de Problemas é uma metodologia especialmente ajustada para a resolução de novos problemas nas áreas da Ciência e da Engenharia (Navas, 2013a). É considerada como um conjunto de ferramentas, utilizada para resolver problemas e ajuda a escolher a decisão acertada, de uma forma inventiva e inovadora, substituindo o método de tentativa e erro não sistemática (Ruchti e Livotov, 2001).

A TRIZ foi desenvolvida por Genrich Saulovich Altshuller (1926-1998), Engenheiro e Investigador soviético da marinha Russa, que em 1946 analisou aproximadamente 2,5 milhões de patentes de diferentes áreas. Após essa análise exaustiva, feita com a ajuda dos seus colaboradores, Altshuller chegou à conclusão que grande parte das patentes, nada mais eram que melhoramentos dos sistemas, apenas algumas continham invenções. (Li e Huang, 2009; Fresner *et al*, 2010).

Após uma sistematização dos vários registos de patentes, Altshuller, divide-os em cinco níveis de inovação, representados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Níveis de Inovação (adaptado de Terninko *et al*, 1998)

Nível	%	Descrição e exemplo
1	32	Soluções aparentes ou convencionais utilizando métodos conhecidos na respetiva área de especialidade. Ex.: Aumento da espessura das paredes para uma melhoria de insonorização.
2	45	Soluções com pequenas melhorias de sistemas existentes. Ex.: Suspensão ajustável de um veículo de forma a aumentar a estabilidade.
3	18	Soluções criativas capazes de resolver contradições dentro do respetivo ramo de engenharia. Ex.: Alteração da transmissão manual para automática em veículos.
4	4	Soluções encontradas através da ciência. Os problemas são solucionados fora da área da especialidade e implicam a utilização de um princípio completamente diferente da sua função primária. Ex.: Utilização de material com memória térmica. Colocar um anel porta-chaves em água quente de forma a expandir e facilitar a colocação de uma chave, para que à temperatura ambiente, o mesmo volte a contrair.
5	1	Soluções fora do conhecimento existente, nova descoberta científica. Ex.: A descoberta da tecnologia laser.

Para Altshuller, as soluções de nível um, não sendo inovadoras, são maioritariamente ignoradas, tal como as soluções de nível cinco, dado que necessitam de um grau superior de conhecimento e compreensão, além da sua percentagem mínima de ocorrência (Terninko *et al*, 1998).

Segundo Ruchti e Livotov (2001), a TRIZ reúne um conjunto de ferramentas que permite a resolução de problemas e a ajuda na escolha da decisão mais apropriada através de um processo inovador e inventivo, em alternativa aos métodos de tentativa-erro não sistemáticos. Assim, para que esta metodologia possa ser empregue, é importante tecer algumas considerações. Primeiramente, antes de se iniciar o processo de resolução de problemas é necessário perceber se estamos na presença de um problema cuja solução é conhecida ou totalmente desconhecida. No primeiro caso, quando a resolução de problemas é conhecida, adota-se o procedimento representado esquematicamente na Figura 3.1.

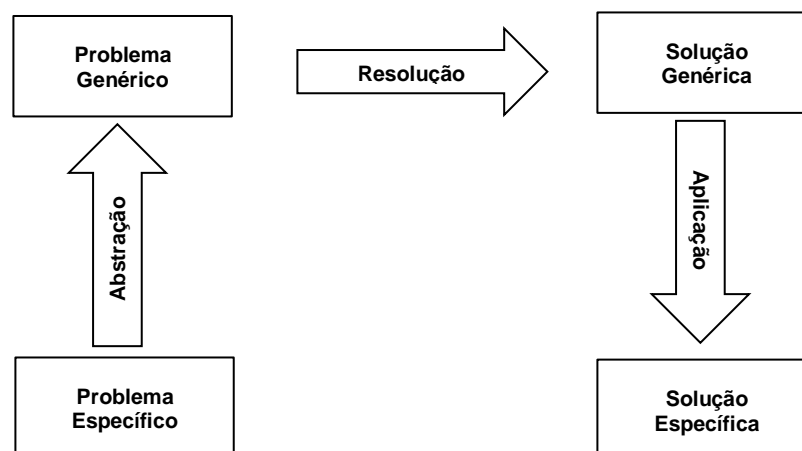


Figura 3.1 - Processo de Resolução Geral de Problemas (adaptado de Glenn, 1995)

Analisando a Figura 3.1, o problema em questão é relacionado com um problema standard de natureza similar, que por sua vez consegue ser resolvido a partir de uma solução standard à qual advém uma solução específica para o nosso problema inicial (Glenn, 1995).

Ao longo dos últimos 50 anos, a TRIZ tornou-se num conjunto de ferramentas que permitem criar/inventar e resolver problemas técnicos com diferentes níveis de complexidade. Hoje é possível identificar variadas ferramentas básicas da TRIZ, bem como outros métodos ou técnicas que se conjugam entre si para criar inovação sistemática, como, por exemplo, o *Lean* em simultâneo com a TRIZ (Krasnoslobodtsev, 2012).

3.1.2 Características da Metodologia TRIZ

Considera-se a TRIZ uma metodologia heurística, orientada para o ser humano, baseada em conhecimento e para a resolução inventiva de problemas (Savransky, 2000).

- A TRIZ é baseada em conhecimento porque:

Contém heurísticas de resolução de problemas genéricos, que foram retiradas de milhões de patentes analisadas das mais distintas áreas da engenharia. E por ter como base de informação, conhecimentos das ciências naturais, da engenharia e conhecimentos sobre o domínio onde o problema ocorre.

- É orientada para o ser humano porque:

As heurísticas do TRIZ foram concebidas para uso humano e não para o uso computacional. Para problemas que acontecem de forma repetida, é razoável usar computadores, mas segundo a TRIZ, quando os problemas ocorrem apenas uma vez, torna-se mais eficaz utilizar o cérebro humano.

- É sistemática porque:

Esta característica é atribuída pela presença de modelos genéricos de procedimentos e heurísticas sistematicamente bem estruturadas, a fim de proporcionar uma aplicação eficaz das soluções conhecidas para os novos problemas.

- Solução inventiva de problemas porque:

A metodologia TRIZ tem como objetivo trazer mais criatividade à resolução de problemas.

3.1.3 Conceitos Fundamentais da TRIZ

Os conceitos fundamentais da metodologia TRIZ são: contradição, recursos, idealidade e padrões de evolução. A Figura 3.2 apresenta uma perspectiva hierárquica do TRIZ.



Figura 3.2 - Perspetiva Hierárquica da Metodologia TRIZ (adaptado de Navas, 2013b; Kubota e Rosa, 2012)

• Contradição

Um dos conceitos fundamentais da TRIZ é a eliminação das contradições existentes. Cada vez que encontramos um conflito no sistema existe uma contradição (Rantanen e Domb, 2002). Assim, identificam-se três tipos de contradições:

- a) **Contradições Técnicas:** ocorrem quando há conflitos entre dois parâmetros, ou seja, a tentativa de melhorar um parâmetro prejudica o outro. Esta contradição sucede quando se cria ou intensifica uma função útil num subsistema, traduzindo-se numa nova função prejudicial ou intensificação de uma função prejudicial já existente noutro subsistema. Ocorre também quando se elimina ou reduz uma função nociva, provocando a deterioração de uma outra função útil noutro subsistema (Ilevbare, *et al*, 2011).
- b) **Contradições Físicas:** ocorrem quando há requisitos inconsistentes para a condição física do mesmo sistema. Esta contradição acontece quando se intensifica uma função útil num subsistema, traduzindo-se na intensificação de

uma função negativa existente no mesmo subsistema. Estas verificam-se quando existe uma redução de uma função negativa no subsistema, provocando uma redução da função útil no mesmo subsistema (Ilevbare, *et al*, 2011).

- c) Contradições Administrativas: surgem quando se executa um processo, no qual um fenómeno indesejado acompanha um resultado desejado (Ilevbare, *et al*, 2011).

• Recursos

Um dos aspetos fundamentais da TRIZ é reconhecer e mobilizar os recursos necessários. A correta identificação de recursos pode incluir quaisquer aspetos do sistema e do ambiente que estão envolvidos. A TRIZ considera importante seguir uma abordagem sistemática na procura de recursos. A pesquisa de recursos tem como foco a compreensão dos requisitos de funções da solução que se procura (Gadd, 2011).

Savransky (2000) refere que os recursos devem ser agrupados em:

- Recursos naturais ou ambientais;
- Recursos do sistema;
- Recursos funcionais;
- Recursos de substâncias;
- Recursos energéticos/campo;
- Recursos temporais;
- Recursos espaciais;
- Recursos de informação.

De forma a aumentar a idealidade (através da redução dos custos de produção de recursos e redução de danos), os recursos devem ser ordenados preferencialmente da seguinte forma (Savransky, 2000):

- a) Recursos “nocivos” – identificam funções nocivas ou objetos das quais são possíveis retirar benefícios.
- b) Recursos prontamente disponíveis – identificam recursos livres disponíveis, que podem ser utilizados no seu estado atual.
- c) Recursos provenientes – identificam os recursos que podem ser obtidos por meio da transformação de recursos livremente disponíveis e que não são uteis

nos estados existentes.

- d) Recursos diferenciais – recursos de identidades deriváveis, onde existe diferenças na estrutura ou nas propriedades das substâncias ou campos disponíveis.

• Padrões de Evolução

O estudo intensivo das inúmeras patentes permitiu, a Altshuller, identificar determinadas conformidades que, mais tarde, considerou como padrões de evolução. Fundamentalmente existem oito padrões de evolução extremamente úteis na resolução de problemas mais complexos, bem como, na previsão do desenvolvimento de sistemas e ferramentas associadas à metodologia em estudo (Rantanen e Domb, 2002).

Estes oito padrões de evolução foram formulados por Altshuller (1999):

1. Evolução em estágios;
2. Idealidade Crescente;
3. Desenvolvimento não uniforme de subsistemas;
4. Dinâmica e controle crescentes;
5. Complexidade crescente, seguida de simplicidade (Redução);
6. Combinação e desagregação de partes;
7. Transição para microssistemas e uso crescente de campos;
8. Envolvimento humano decrescente.

• Idealidade

Para Altshuller *et al* (1999), a idealidade revela-se numa avaliação de quão perto um sistema técnico se encontra de ser o melhor possível.

A aplicação do conceito de idealidade em qualquer processo ou objeto refere-se à sua evolução ao longo do tempo até ser encontrada a solução ideal. Neste processo evolutivo, a idealidade é um indicador extremamente útil do ponto de vista da qualidade da solução a adotar, resultado de um rácio entre funções benéficas e funções prejudiciais, composta pelos custos e efeitos indesejáveis (Savransky, 2000).

$$idealidade = \frac{n^{\circ} \text{ de interações benéficas}}{n^{\circ} \text{ de interações prejudiciais}}$$

3.1.4 Principais Ferramentas da TRIZ

A metodologia TRIZ tem várias ferramentas, sendo as mais divulgadas, os Princípios de Invenção e Matriz de Contradições, Análise Substância-Campo (*SuField*) e 76 Soluções Padrão.

3.1.4.1 Análise Substância-Campo

Uma das ferramentas mais populares e poderosas da TRIZ, a Análise Campo-Substância é uma maneira de visualizar e modelar o problema numa forma mais abstrata e simples. Permitindo também encontrar as contradições físicas entre parâmetros, apesar de obter melhores resultados quando as Contradições estão bem formuladas (Mao, *et al*, 2007).

De entre as vantagens associadas a esta ferramenta, destaca-se o aumento da idealidade dos processos através da análise de diversos recursos e a utilização de diferentes “substâncias” e “campos”. (Navas, 2014).

Frequentemente, representa-se um sistema através de um triângulo composto por duas substâncias (S1 e S2) e por um campo (F), como representa a Figura 3.3. Estes são três elementos indispensáveis à resolução de um determinado problema (Gadd, 2011). A substância S1 é utilizada para representar o objeto a manipular, enquanto a substância S2, representa o meio para que tal aconteça, mais concretamente, é o modo de agir de acordo com S1, responsável por provocar benefícios ou prejuízos (Savransky, 2000). Relativamente às linhas, consoante a representação dos diversos tipos de linhas existentes, é possível identificar-se o que está ou não correto no sistema.

Numa interação, como a anterior, as substâncias podem significar um sistema inteiro, como por exemplo um carro; uma parte de um sistema – um subsistema – como o motor de um carro; um material, como o plástico; uma ferramenta, como uma chave de fendas; um componente, como um parafuso ou, até mesmo, uma pessoa, como um técnico, por exemplo (Navas, 2014). O campo (F) é considerado a energia que possibilita a relação entre as substâncias. Este pode revelar-se mecânico (Me); térmico (T); químico (Q); elétrico (E) ou magnético (Ma) (Savransky, 2000).

Os problemas representam-se por vários tipos de linhas ou pela inexistência das mesmas, consoante o que está correto ou errado. Após a construção do triângulo, é possível alterar, retirar ou adicionar campos ou substâncias, sendo que, a ideia é representar não apenas uma interação Substância-Campo, mas sim, representar continuamente o sistema seguindo a mesma perspetiva (Belski, 2011).

Modelos básicos de Substância-Campo

Os quatro modelos básicos formulados durante o desenvolvimento da análise substância-campo são os seguintes (Terninko, 2000; Navas, 2013b):

1. **Sistema Completo** – Figura 3.3

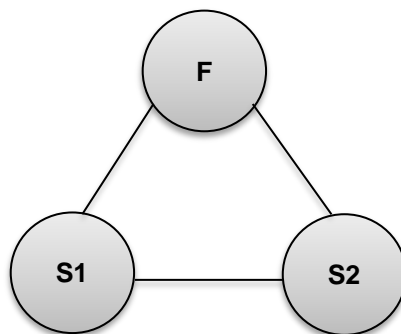


Figura 3.3 – Sistema Completo

2. **Sistema Incompleto** – Este sistema precisa de ser complementado, sendo necessário adicionar um ou os dois elementos restantes, de modo a criar o triângulo substância-campo completo (Figura 3.4).

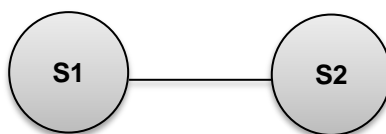


Figura 3.4 – Sistema Incompleto

3. **Sistema completo insuficiente ou ineficiente** – O sistema está representado pelos três elementos necessários (Figura 3.5), porém o campo F é insuficiente (é demasiado fraco, demasiado lento, etc). Para resolver este caso deve-se modificar S1, S2, F ou utilizar uma nova substância S3 para criar o efeito desejado.

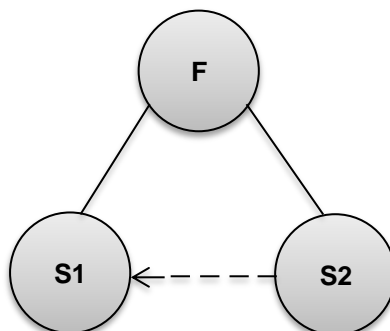


Figura 3.5 – Sistema Completo Insuficiente ou Ineficiente

4. **Sistema completo com efeito prejudicial** – Os três elementos encontram-se nos respectivos lugares, porém a interação entre as substâncias S1 e S2 é prejudicial ou indesejada (Figura 3.6). Consequentemente o campo F é também prejudicial, sendo necessário eliminar este efeito negativo criando um novo campo com uma nova substância S3.

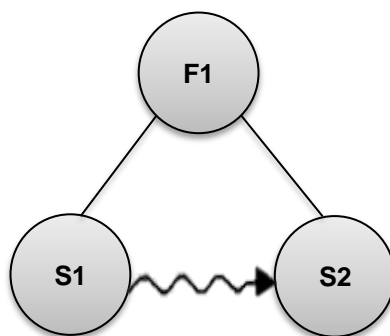


Figura 3.6 – Sistema Completo com Efeito Prejudicial

3.1.4.2 76 Soluções Padrão

Esta ferramenta é utilizada de forma a complementar a análise substância-campo descrita anteriormente. As 76 soluções-padrão são soluções genéricas que estão divididas em 5 classes (Tabela 3.2) e que podem ser usadas após o modelo triângulo estar completo.

Tabela 3.2 – Classes das Soluções-Padrão (adaptado de Gadd, 2011)

Classe	Descrição	Soluções-Padrão
1	Construção e destruição de modelos Substância-Campo	13
2	Desenvolvimento de modelos Substância-Campo	23
3	Transição de um sistema base para um supersistema ou para um subsistema	6
4	Soluções padrão para a detecção e medição	17
5	Introdução de substâncias ou campos dentro de um sistema técnico	17
Total		76

De modo a entender melhor as 76 soluções-padrão referenciadas anteriormente, estas foram sintetizadas e generalizadas em 7 soluções gerais (Navas, 2013b):

- **Solução-Geral 1:** completar um modelo Substância-Campo que se encontre incompleto. (Figura 3.7).

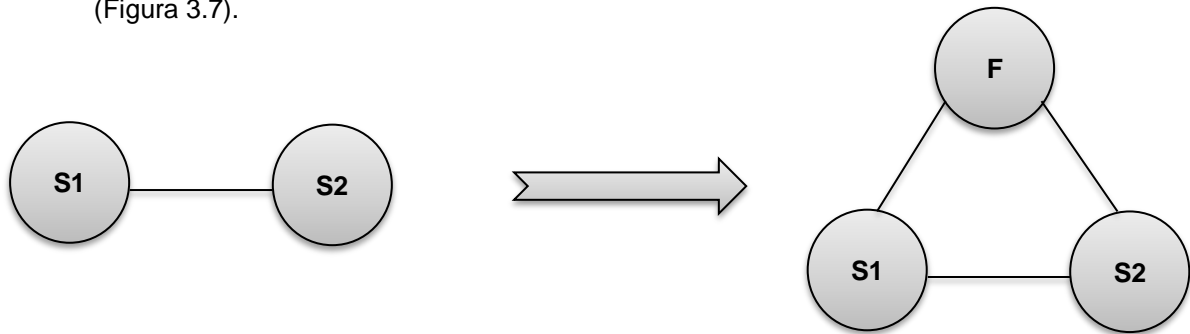


Figura 3.7 – Solução Geral 1

- **Solução-Geral 2:** modificar a substância S2, por forma a eliminar/reduzir o impacto negativo ou para produzir/melhorar o impacto positivo, tal como apresentado na Figura 3.8.

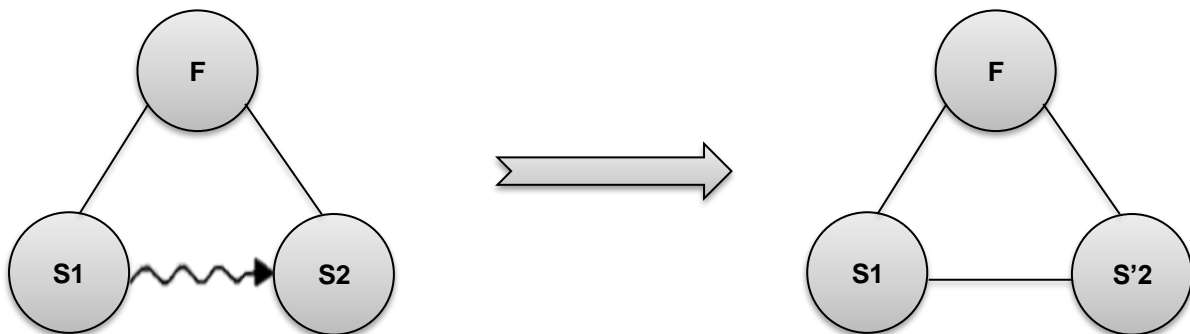


Figura 3.8 – Solução Geral 2

- **Solução-Geral 3:** modificar a substância S1, por forma a eliminar/reduzir o impacto negativo ou para produzir/melhorar o impacto positivo (Figura 3.9).

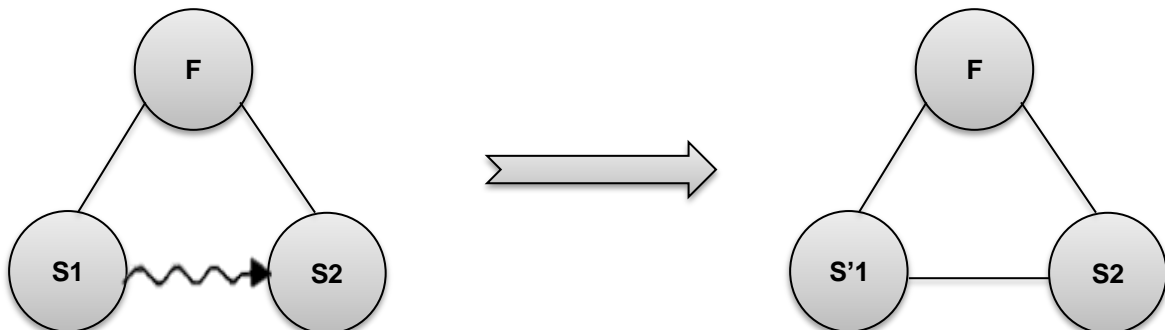


Figura 3.9 – Solução Geral 3

- **Solução-Geral 4:** alterar o campo F, com intuito de eliminar/reduzir o impacto negativo ou produzir/melhorar o impacto positivo, como representado na Figura 3.10.

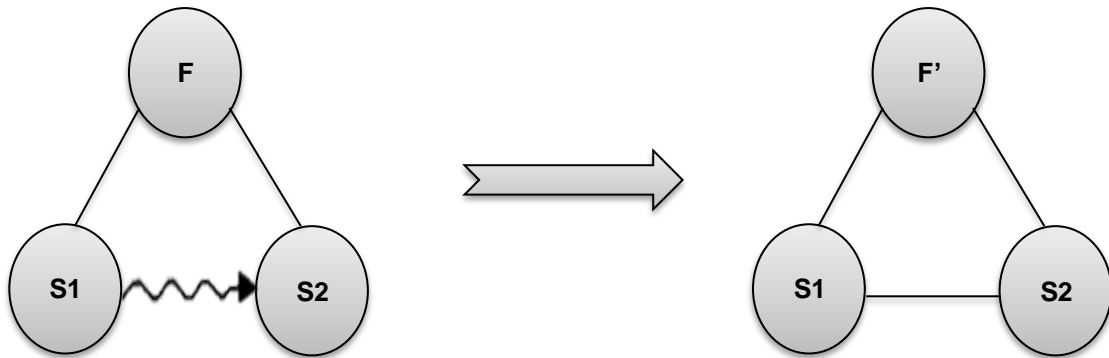


Figura 3.10 – Solução Geral 4

- **Solução-Geral 5:** eliminar, neutralizar ou isolar o impacto negativo, utilizando outro campo Fx, que interaja com o sistema sem as substâncias e o campo sofrerem qualquer tipo de alteração (Figura 3.11).

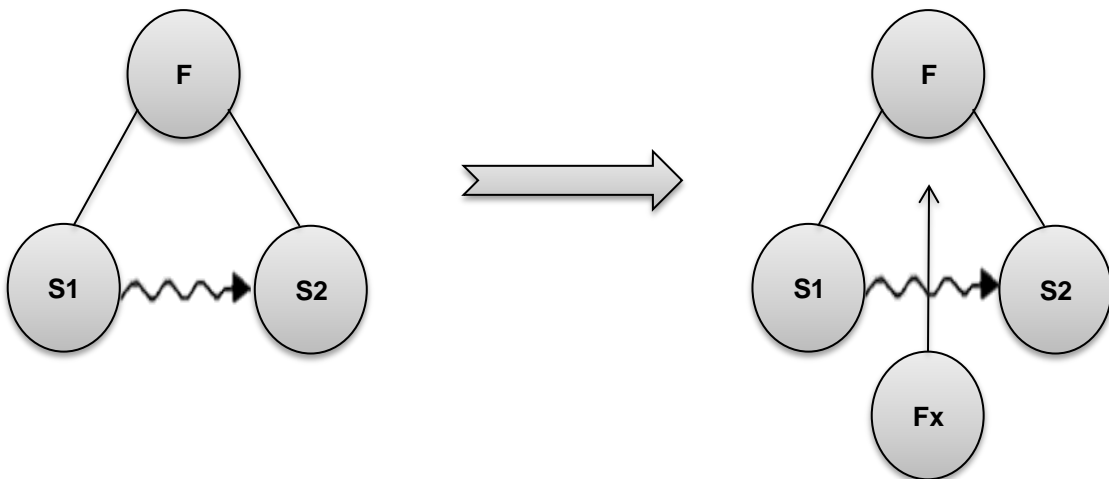


Figura 3.11 - Solução Geral 5

- **Solução-Geral 6:** introduzir um novo campo positivo (Figura 3.12)

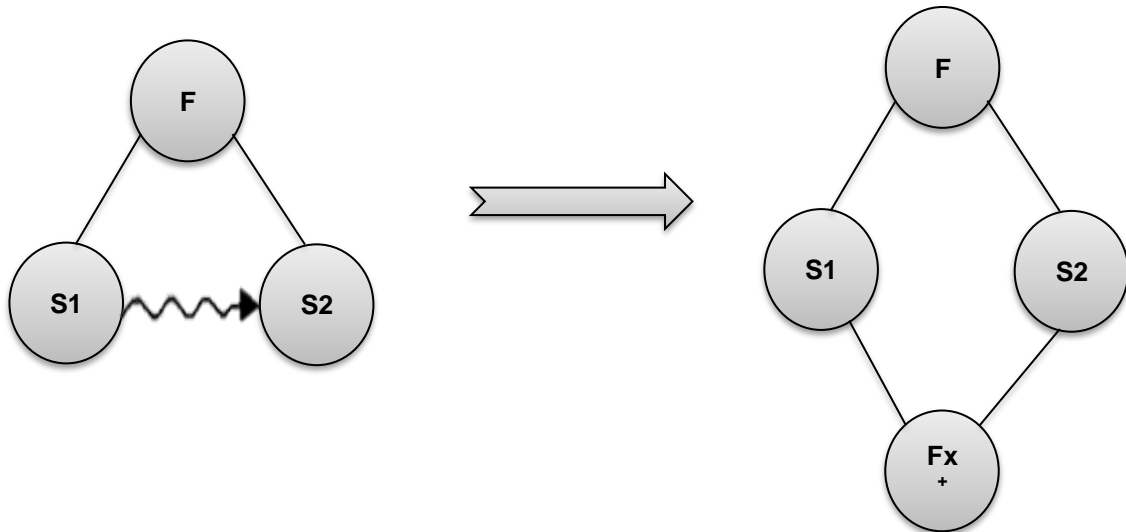


Figura 3.12 - Solução Geral 6

- **Solução-Geral 7:** expandir um modelo substância-campo existente para um novo sistema em cadeia (Figura 3.13).

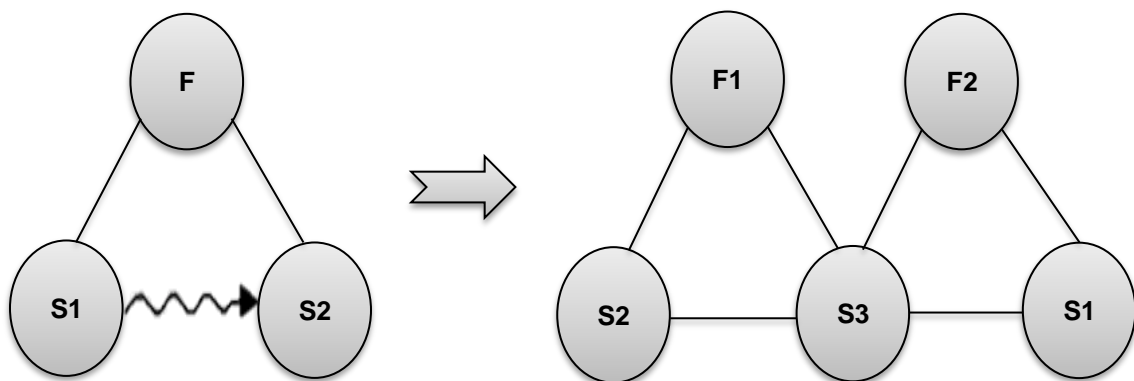


Figura 3.13 – Solução Geral 7

3.1.4.3 Princípios Inventivos e Matriz de Contradições

A ferramenta da TRIZ mais utilizada é a matriz de contradições. Esta ferramenta é baseada em 39 parâmetros técnicos ou de engenharia (Tabela 3.3) e 40 princípios inventivos (Tabela 3.4) (Navas, 2013a).

A Matriz de Contradições é consultada da seguinte maneira:

- Identificar nas linhas os parâmetros técnicos a serem melhorados;
- Identificar nas colunas os parâmetros técnicos prejudicados com a melhoria dos outros;
- No cruzamento das linhas com as colunas encontram-se os princípios inventivos indicados para a resolução da contradição.

A Tabela 3.3 apresenta os parâmetros técnicos da metodologia TRIZ.

Tabela 3.3 – Parâmetros Técnicos da Metodologia TRIZ (adaptado de Altshuller, 2001)

1	Peso (objeto móvel)	21	Potência
2	Peso (objeto imóvel)	22	Perda de energia
3	Comprimento (objeto móvel)	23	Perda de massa
4	Comprimento (objeto imóvel)	24	Perda de informação
5	Área (objeto móvel)	25	Perda de tempo
6	Área (objeto imóvel)	26	Quantidade de matéria
7	Volume (objeto móvel)	27	Fiabilidade
8	Volume (objeto imóvel)	28	Precisão de medição
9	Velocidade	29	Precisão de fabrico
10	Força	30	Fatores prejudiciais que atuam sobre o objeto
11	Tensão, Pressão	31	Efeitos colaterais prejudiciais
12	Forma	32	Manufaturabilidade
13	Estabilidade do objeto	33	Conveniência de uso
14	Resistência	34	Manutenção
15	Durabilidade (objeto móvel)	35	Adaptabilidade
16	Durabilidade (objeto imóvel)	36	Complexidade do dispositivo
17	Temperatura	37	Complexidade no controlo
18	Clareza	38	Nível de automação
19	Energia dispensada (objeto móvel)	39	Produtividade
20	Energia dispensada (objeto imóvel)		

Para solucionar as contradições entre os parâmetros técnicos apresentados na Tabela 3.3 utilizam-se os princípios de invenção apresentados na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Princípios Inventivos da Metodologia TRIZ (adaptado de Altshuller, 2001)

1	Segmentação	21	Corrida apressada
2	Extração	22	Conversão de prejuízo em proveito
3	Qualidade local	23	Reação
4	Assimetria	24	Medição
5	Combinação	25	Auto-serviço
6	Universidade	26	Cópia
7	Nidificação	27	Objeto económico com vida curta (descartável)
8	Contrapeso	28	Substituição do sistema mecânico
9	Contra-ação prévia	29	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos
10	Ação prévia	30	Membranas flexíveis ou películas finas
11	Amortecimentos prévio	31	Utilização de materiais porosos
12	Equipotencialidade	32	Mudança de cor
13	Inversão	33	Homogeneidade
14	Esfericidade	34	Rejeição e recuperação de componentes
15	Dinamismo	35	Transformação do estado físico ou químico
16	Ação parcial ou excessiva	36	Mudança de fase
17	Transição para uma nova dimensão	37	Expansão térmica
18	Vibrações mecânicas	38	Utilização de oxidantes fortes
19	Ação periódica	39	Ambiente inerte
20	Continuidade de uma ação útil	40	Materiais compósitos

3.1.4.4 Matriz de Idealidade

A Matriz de Idealidade é, em muito, idêntica à Matriz de Contradições. Esta ferramenta da TRIZ, permite encontrar e formular as Contradições Técnicas a partir da interação entre Parâmetros, esta interação pode ser positiva (faz bem ao Sistema) ou negativa (Prejudica o Sistema, logo é uma Contradição Técnica).

Coloca-se o seguinte estudo de caso, que exemplifica a aplicação da Matriz de Idealidade e do conceito Idealidade de um fogão de campismo. Primeiramente são reunidas as seguintes preferências dos consumidores em relação a este produto:

- Volume;
- Peso
- Tempo de ignição da chama;
- Nível de ruído
- Tempo necessário para ferver água;
- Capacidade de combustível do recipiente;
- Tempo de funcionamento com a chama ao nível máximo;
- Água fervida por unidade de combustível.

Dadas as seguintes características é possível elaborar a Matriz de Idealidade na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Matriz de Idealidade Aplicada ao Estudo de Caso – Fogão de Campismo (adaptado de Navas, 2013b)

Parâmetros	1	2	3	4	5	6	7	8
1 – Volume		+			-	-	-	
2 – Peso	+				-	-	-	
3 – Tempo de ignição da chama					+			
4 – Nível de ruído								
5 – Tempo necessário para ferver água	-	-	+				-	+
6 – Capacidade de combustível do recipiente	-	-	+		+		+	+
7 – Tempo de funcionamento com a chama no nível máximo	-	-			-	-		-
8 – Água fervida por unidade de combustível	-	-			+	+	-	
- Interação Negativa + Interação Positiva								

A Matriz de Idealidade ajuda a identificar as interações entre os requerimentos técnicos e mostra também os efeitos positivos e negativos das interações. Por exemplo, reduzir o peso pode resultar na redução do volume, no entanto pode resultar na redução da capacidade de combustível do recipiente.

A Matriz de Idealidade poderá apresentar-se como uma ferramenta prévia à Matriz de Contradições, dado que esta facilmente define as interações entre as características existentes. Uma interação negativa apresenta um conflito, no qual, adaptado à Matriz de Contradições, pode ser resolvido através dos Princípios Inventivos já conhecidos.

3.2 *Brainstorming*

Brainstorming é um método para gerar ideias de modo a resolver um problema. Geralmente envolve um grupo, sob a direção de um facilitador. A força do *brainstorming* é o potencial que os participantes têm em desenhar associações entre as ideias de cada interveniente num ambiente de pensamento livre, ampliando assim o espaço da solução.

O *brainstorming* envolve o aproveitamento da sinergia – aproveitamos o pensamento coletivo em direção a uma variedade de potenciais soluções. No entanto, ter liberdade ilimitada apresenta desafios. Em grupos, os introvertidos podem ficar quietos enquanto os extrovertidos dominam. Quem lidera a sessão deve mediar a equipe para garantir uma atmosfera saudável e focada na solução, em que até os participantes mais tímidos se sentem destemidos quanto a falar. Da mesma forma, uma atividade de aquecimento pode ajudar a ultrapassar a timidez inicial - por exemplo, pedir aos participantes que façam uma lista sobre como o mundo seria diferente se o metal fosse como a borracha.

Durante as sessões de *brainstorming*, os participantes devem evitar criticar ou recompensar ideias, a fim de explorar novas possibilidades e ignorar respostas incorretas. Uma vez terminada a sessão de *brainstorming*, começa a sessão de avaliação (que inclui análise e discussão das ideias exibidas), e as soluções que podem ser criadas usando meios convencionais.

Os métodos comuns de *brainstorming* incluem o mapeamento mental, que envolve a criação de um diagrama com um objetivo ou conceito-chave no centro, com ramificações mostrando subtópicos e ideias relacionadas; anotando os passos necessários para ir do ponto A ao ponto B; considera-se num tempo e lugar diferente; colocando-se no lugar de outrem para imaginar como poderiam resolver um problema.

3.3 5 Porquês

Os 5 Porquês é uma ferramenta simples para resolução de problemas que pode ter um impacto drástico no sentido de ajudar a descobrir a causa raiz dos mesmos.

Depois de analisar o problema deve perguntar-se “Porquê?” cinco vezes de forma a desvendar a causa mãe do problema. Apesar de esta técnica ser amplamente utilizada no grupo *Toyota* há opiniões discordantes sobre a sua total fiabilidade pois tudo depende da motivação da entidade que pergunta “Porquê?” para ir até ao cerne da questão.

Considerando diferentes pontos de vista para o mesmo problema é possível que duas pessoas

diferentes, utilizando o mesmo método, cheguem a soluções completamente opostas. Isto sucede porque o método nos indicia a seguir uma causa única em cada iteração. No entanto, cada problema pode ter causas mãe múltiplas e quem questiona “Porquê?” não poderá descobrir causas que desconhece. Assim, torna-se de fulcral importância um acompanhamento e uma monitorização constantes no terreno.

Um problema é simplesmente um gap entre a situação corrente e a situação desejada ou estado desejado. É, portanto, um desvio do que é esperado e quando nós temos um desvio, existe um problema. Então, melhor do que atacar os sintomas todas as vezes que estes ocorrem, porque não ter a ação positiva de:

- 1– Parar;
- 2– Entender o que está a acontecer de errado;
- 3– Encontrar a causa raiz;
- 4– Tomar ações para eliminar a causa raiz.

Quando realmente encontramos a causa raiz é que podemos eliminar o problema e a simples ação de utilizar os 5 Porquês de modo a melhorar os resultados drasticamente em termos de produtividade e reduzindo o tempo que as pessoas gastam para lidar com os problemas.

3.4 Diagrama de Pareto

A partir da análise das atividades constituintes do processo, o Diagrama de Pareto permite analisar quais as que contribuem de forma mais crítica para as perturbações no fluxo normal do processo (Sokovic, *et al*, 2010), para posteriormente serem alvo de intervenção.

Para identificar as atividades causadoras de perturbações no processo, são analisados os 20% de causas que dão origem a 80% dos problemas sentidos (Brook, 2010). Assim, para construir o diagrama necessário para essa interpretação precisamos de:

- Definir os problemas a analisar;
- Recolher dados necessários;
- Registar dados em tabela, seguindo uma ordem decrescente de grandeza;
- Determinar a percentagem acumulada dos dados recolhidos;
- Desenvolver o diagrama:
 - Eixos verticais – numero de ocorrências ou parâmetro em estudo (esquerda) e valor acumulado de percentagem (direita)
 - Eixo horizontal – atividades analisadas

A partir da interpretação do diagrama exemplificado são verificadas as atividades com maior relevância para a contribuição nas perturbações, correspondendo, no exemplo da Figura 3.14 às Atividades 1 e 2. Sendo assim, o objetivo das organizações passa pela intervenção e foco nas atividades identificadas como preponderantes para o desenvolvimento de lacunas no processo, com o objetivo de mitigar as mesmas, com o recurso a outras ferramentas de melhoria continua.

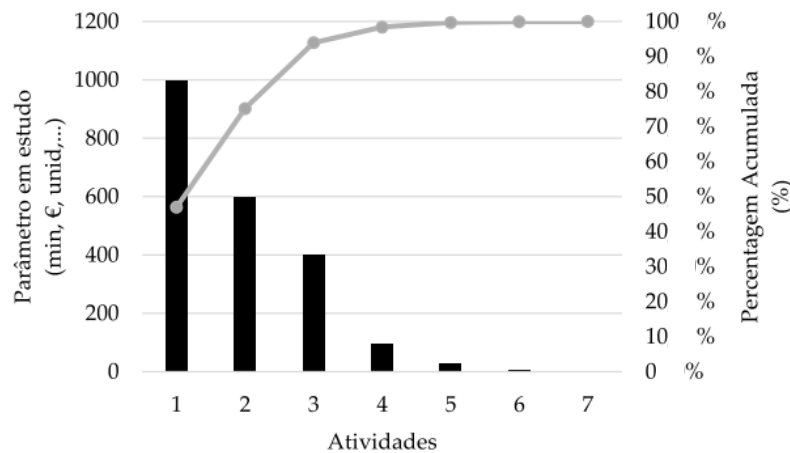


Figura 3.14 – Exemplo de Diagrama de Pareto

3.5 Modelo de Kano

Para definir atributos específicos de um produto ou serviço, importa definir e entender as necessidades do cliente através de uma análise de mercado. Juran (1989) refere que um cliente é alguém que é afetado por um produto ou processo e pode ser definido como interno ou externo, podendo este ser considerado como pertencente à organização ou não pertencente à organização, respetivamente.

Uma forma mais aproximada de perceber quais as verdadeiras necessidades do cliente a serem correspondidas é através da utilização do modelo de Kano. As mesmas necessitam de ser objetivas, caso contrário devem ser descartadas (Juran e Godfrey, 1998). A utilização deste modelo permite determinar quais as exigências e expectativas do cliente, distinguindo seis tipos de atributos de um produto ou serviço que apresentem influência na satisfação do mesmo (Neto e Takaoka, 2010; Iata, 2002).

- Atributo obrigatório – no caso de este atributo não ser preenchido, provocará no cliente uma enorme insatisfação. Atributo considerado como decisivo face ao fator de competitividade.

- Atributo atrativo – requisito que apresenta grande influência junto ao cliente, criando enorme satisfação quando presente. Contudo, no caso de não se conseguir alcançar este atributo, não existirá insatisfação por parte do mesmo.
- Atributo linear – estes atributos são responsáveis por uma satisfação incremental no cliente, ou seja, dependem do peso que o mesmo apresenta num determinado produto ou serviço.
- Atributo indiferente – presença ou ausência deste tipo de atributos não causam impacto para o cliente.
- Atributo contraditório – Atributo que pode estar presente e causar insatisfação ou estar ausente e provocar satisfação.
- Atributo questionável – Resulta de uma formulação das perguntas de maneira inadequada ou de um nível de compreensão do cliente insuficiente.

Na figura 3.15 é possível visualizar de forma gráfica o impacto causado pelos três principais atributos do modelo de Kano.

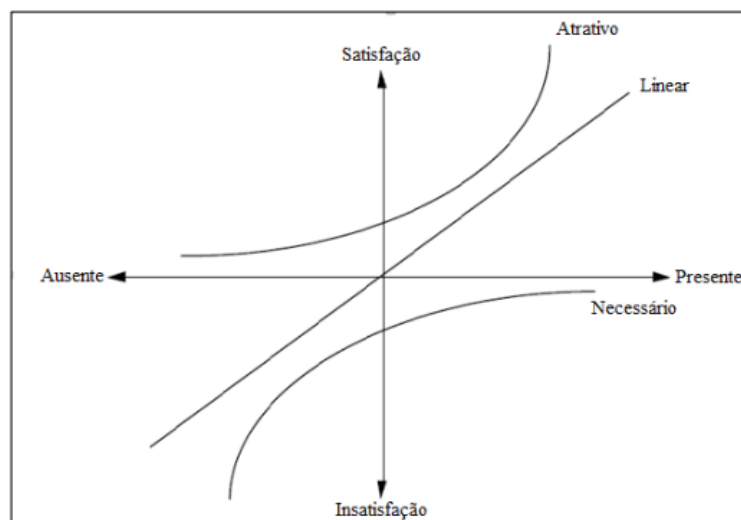


Figura 3.15 – Atributos do Modelo de Kano (adaptado de Sauerwein, *et al*, 1996)

Para que seja possível a separação dos atributos nas categorias anteriormente referidas é necessária a criação de inquéritos compostos por duas partes distintas, uma funcional e outra disfuncional. Na parte funcional do inquérito, o inquirido informa qual a sua percepção, numa escala de um a cinco, quanto à presença do atributo em causa. Na parte disfuncional, o inquirido fornece a sua opinião quanto à ausência do atributo (Neto e Takaoka, 2010).

4 Metodologia do Estudo e Proposta de Modelo de Melhoria Contínua

Neste capítulo é apresentado o modelo desenvolvido neste estudo e utilizado para a melhoria dos processos produtivos da Empresa, sendo que, este modelo recorre a ferramentas do *Lean* e as ferramentas da TRIZ. O objetivo do modelo consiste em obter uma solução para cada problema detetado através da análise de um sistema, num processo passo-a-passo. No final do modelo a solução do problema será identificada e pronta a ser implementada bem como avaliar a satisfação dos colaboradores tendo em conta as mudanças efetuadas.

4.1 Apresentação do Modelo Proposto

O modelo proposto permite fazer uma análise de um sistema relativamente à existência de desperdícios/contradições, ou seja, quanto à existência de um problema.

Este modelo esquematiza e evidencia a utilização conjunta da metodologia TRIZ com a filosofia *Lean* de modo a resolver problemas de forma inovadora. O modelo tem a forma de um fluxograma e dispõe de várias alternativas para a resolução de problemas identificados.

Este modelo permite melhorar um produto/serviço, recorrendo essencialmente às diversas ferramentas da TRIZ tendo em vista encontrar soluções inventivas. No caso de os problemas identificados não serem complexos, recorreremos à utilização de outras técnicas, como: bases de dados causa/efeito, 40 técnicas para vencer problemas, gestão visual, 5S's ou balanceamento de linhas.

O modelo recorre também à Matriz de Idealidade de forma a avaliar as propostas de melhoria/soluções, permitindo compreender se a idealidade do sistema aumenta e com isso proceder à aplicação das mesmas.

O Modelo de Kano integrado no modelo proposto permite avaliar a satisfação dos colaboradores numa fase posterior à implementação das soluções encontradas anteriormente.

A figura 4.1 apresenta o fluxograma representativo do modelo proposto neste trabalho de investigação.

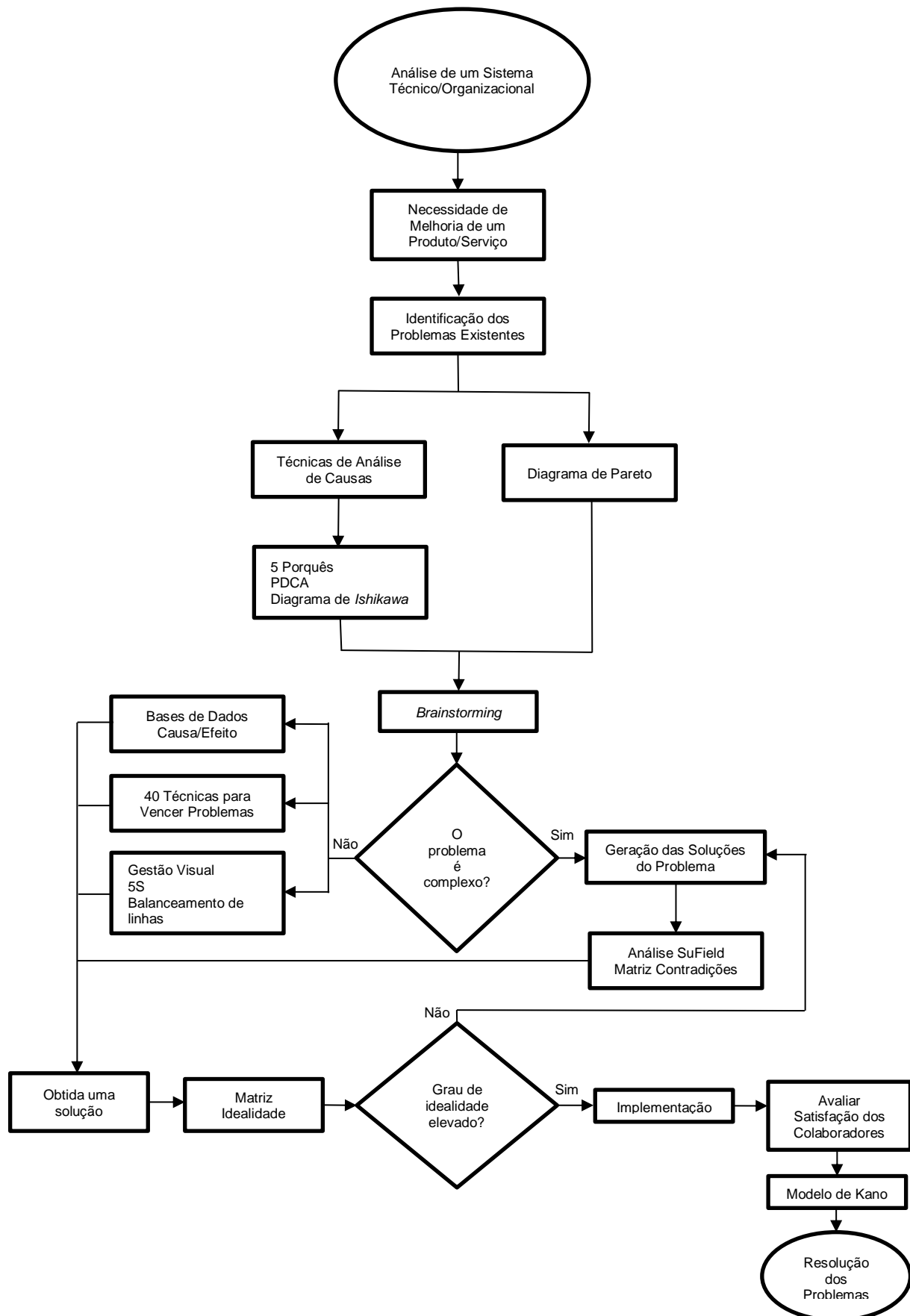


Figura 4.1 – Modelo Proposto para a Análise de um Sistema Técnico/Organizacional

4.2 Descrição do Modelo Proposto

O fluxograma ilustrado pela figura 4.1 usa majoritariamente, ferramentas da TRIZ combinadas com o *Lean* na tentativa de melhorar o nível de idealidade do sistema.

A descrição do modelo proposto foi dividida em quatro fases principais: análise de um sistema técnico/organizacional, geração das soluções do problema, nível de idealidade da solução e avaliação da satisfação dos colaboradores após implementação das soluções. Os sistemas a que este modelo pode ser aplicado vão desde sistemas técnicos a sistemas organizacionais. Podem-se aplicar à área dos produtos, processos, organizações, entre outros.

4.2.1 Análise de um Sistema Técnico/Organizacional

O fluxograma ilustrado pela figura 4.2 apresenta a primeira parte do modelo.

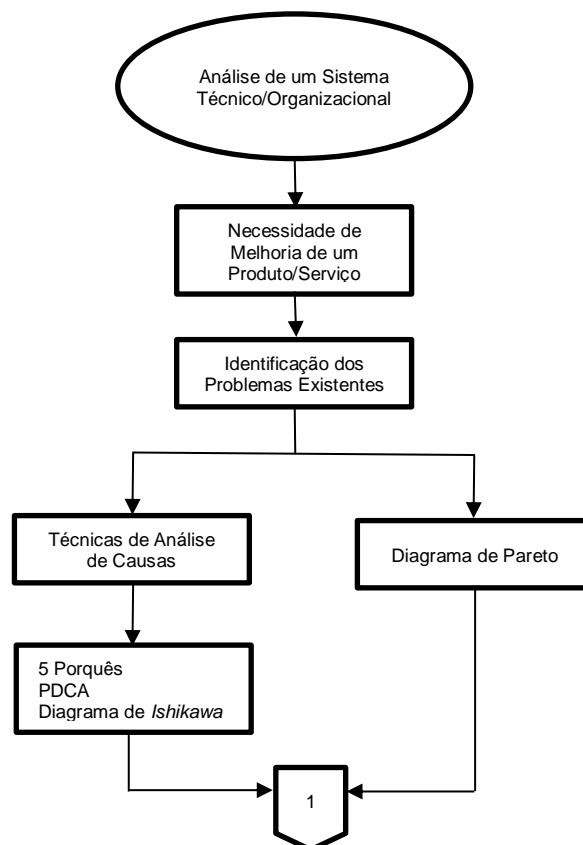


Figura 4.2 – Primeira Parte do Modelo – Análise de um Sistema Técnico/Organizacional

Numa fase inicial, é feita uma análise ao sistema, de modo a identificar os problemas que nele existam, quer através de inquéritos aos colaboradores, quer de observação no chão de fábrica, ou mesmo *brainstorming* entre colaboradores das mais diversas áreas. Uma vez encontrados os problemas específicos existentes, é fundamental compreender quais os que merecem a prioridade na sua resolução. Para isso, utiliza-se o diagrama de Pareto, pois é uma ferramenta regida pelo princípio de Pareto que estabelece que, na grande maioria das situações, 20% dos problemas são responsáveis por 80% dos prejuízos. Este é um diagrama de barras que ordena as frequências das ocorrências em ordem decrescente e permite identificar a classe em que cada um dos problemas se insere. Após encontrados os problemas mais significativos, devem ser utilizadas técnicas de análise de causas como os cinco porquês, diagrama de espinha de peixe (*Ishikawa*) ou ciclo PDCA, de modo a perceber se os problemas identificados anteriormente representam a origem ou são causados por outros problemas.

4.2.2 Geração das Soluções do Problema

Na fase seguinte organiza-se toda a informação numa sessão de *brainstorming* de modo a definir a complexidade do modelo. A decisão deste ponto não é definitiva, uma vez que uma decisão inadequada neste ponto, será detetada mais à frente no fluxograma. No caso de se considerar que se trata de um problema complexo, parte-se para a geração das soluções do problema através de várias ferramentas da TRIZ. Sugere-se a utilização de várias ferramentas para que as soluções obtidas se confirmem entre si. As ferramentas da TRIZ são a Análise Substancia-Campo (*SuField*) ou Matriz de Contradições.

Caso se considere que não se trata de um problema complexo, poder-se-ão optar por soluções mais diretas, quer usando ferramentas da TRIZ quer do *Lean*. Assim, utilizam-se simultaneamente as Bases de Dados Causas/Efeitos, onde se incluem por exemplo as bases de dados *online*, as 40 Técnicas para Vencer Problemas, e um conjunto de ferramentas *Lean*. Este conjunto é dinâmico e aconselha-se que sejam aplicadas várias ferramentas de modo a confirmar o resultado obtido. De entre estas ferramentas podemos salientar a Gestão Visual, 5S, Balanceamento de Linhas, entre outras. Esta fase da criação das soluções do problema, encontra-se ilustrada na Figura 4.3.

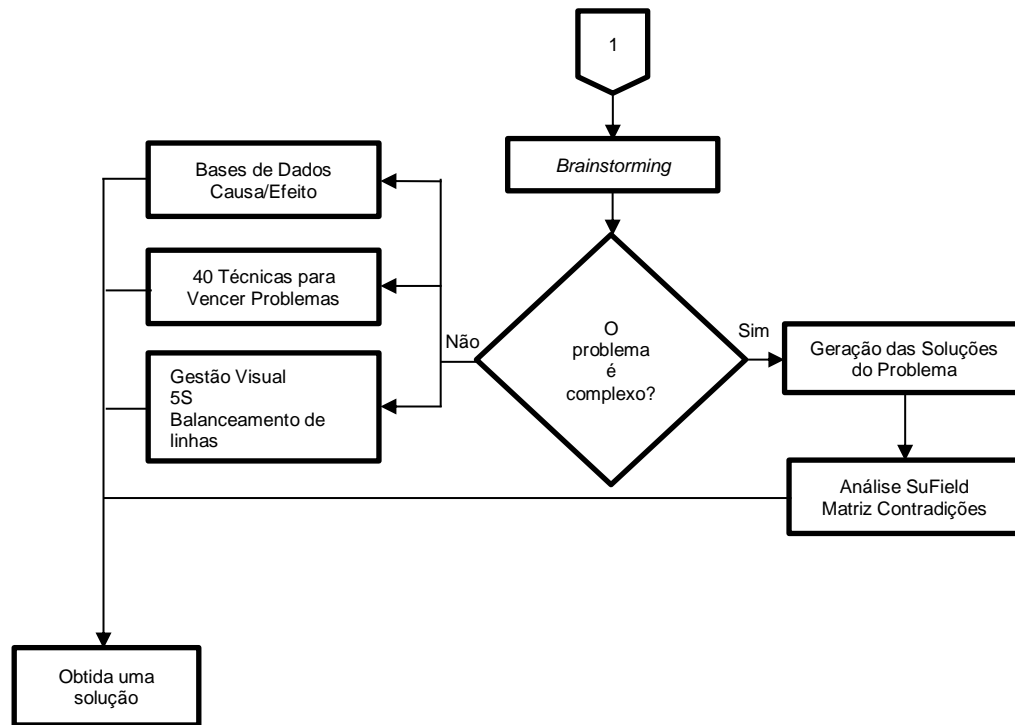


Figura 4.3 – Segunda Parte do Modelo – Classificação e Formulação do Problema

4.2.3 Nível de Idealidade da Solução

Tendo sido obtida a solução para o problema encontrado, o passo seguinte é avaliar se a solução se encontra próxima da solução ideal, como se verifica pela figura 4.4.

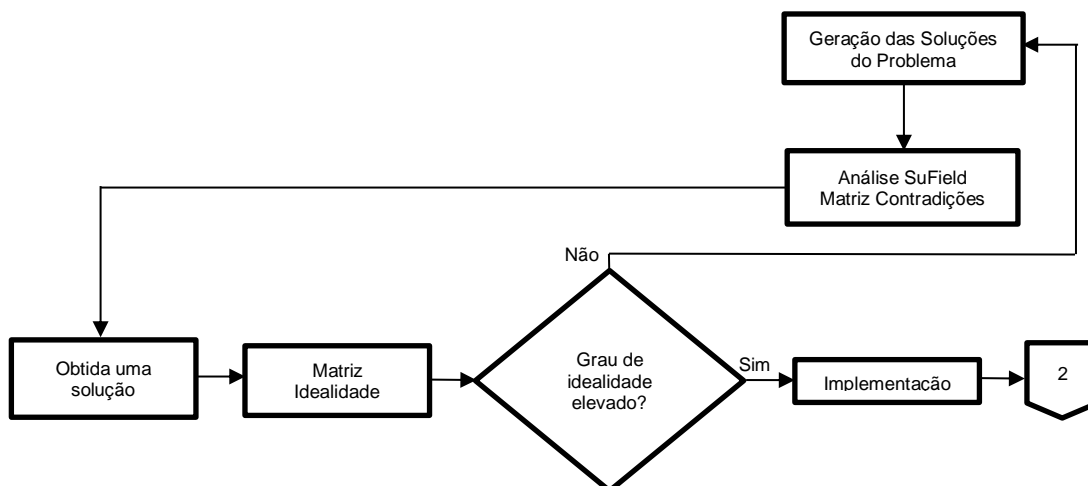


Figura 4.4 - Terceira Parte do Modelo - Avaliação do Grau de Idealidade

Nesta fase é aplicada a fórmula do nível de idealidade, sendo que uma solução com um nível elevado de idealidade não significa que seja a solução ideal, dado que não existem soluções ideais. Mas na ótica do TRIZ há certas características de uma solução próxima do ideal. Por outro lado, um nível de idealidade baixo, significa que ainda existem problemas (desperdícios ou contradições) por resolver.

No caso de a solução obtida apresentar um nível de idealidade elevado e se concluir que o sistema ficou mais próximo do ideal, então parte-se para a sua implementação.

No caso de a solução não apresentar um grau de idealidade elevado, retorna-se à Geração das Soluções do Problema. Este é então considerado como complexo, mesmo que em primeira instância não o tenha sido feito. Assim, como não foi obtida uma solução próxima do ideal, o fluxograma conduz novamente para uma resolução do problema, mas desta feita como um problema complexo, recorrendo à geração das soluções do problema através das ferramentas da TRIZ.

4.2.4 Avaliação da Satisfação dos Colaboradores após Implementação das Soluções

Na última fase do Modelo, ilustrado na Figura 4.5, surge a avaliação da satisfação dos colaboradores perante as mudanças efetuadas que tiveram em conta as soluções para o(s) problema(s) identificado(s).

Nesta fase são realizados questionários aos colaboradores, que posteriormente serão analisados através do Modelo de Kano, que permite retirar conclusões ao nível da satisfação, sendo que esta fase é de enorme relevância para a empresa compreender a importância das ações que desenvolveram na resolução dos problemas.

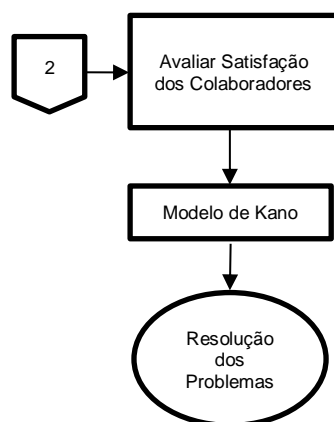


Figura 4.5 – Quarta Parte do Modelo – Avaliação da Satisfação dos Colaboradores

5 Estudo de Caso

Neste capítulo, pretende-se caracterizar de forma sucinta, a empresa onde foi realizado o estudo, referindo os seus objetivos, os primórdios da sua atividade comercial e a sua estrutura interna, de forma a enquadrar a temática que foi objeto de estudo, tendo sempre por base os princípios e valores da empresa que norteia diariamente a atuação de qualquer profissional, tentando sempre ir ao encontro das necessidades e expectativas dos consumidores. Pretende-se ainda caracterizar os processos produtivos presentes na linha de produção de fiambre, fazer uma identificação de oportunidades de melhoria, e apresentar propostas de melhoria, bem como implementar as melhorias e discutir os resultados. A informação presente neste capítulo foi obtida através de documentos fornecidos pela empresa bem como pelo website desta.

5.1 Caracterização da Empresa

O desenvolvimento da presente dissertação de mestrado, no âmbito do curso de Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, realizou-se na empresa Nobre Alimentação, Lda., localizada em Rio Maior, distrito de Santarém.

Desde 2008, a Nobre Alimentação, Lda. faz parte integrante de um universo de 8 empresas do grupo Campofrio Food Group, contando com aproximadamente 740 trabalhadores. Na Figura 5.1 é possível visualizar as diferentes regiões onde o grupo Campofrio está inserido.



Figura 5.1 - Mapa das Empresas do Grupo Campofrio Food Group

A Campofrio Food Group é a maior empresa de carnes processadas da Europa e uma das cinco maiores do mundo.

5.1.1 História e Estrutura da Nobre Alimentação, Lda.

“Há mais de 50 anos a pensar nos portugueses”

A Nobre está presente na casa dos portugueses desde 1957. Hoje, mais de 80% dos lares nacionais consomem produtos da marca, que já se tornou numa referência na memória gastronómica de Portugal. A chave do sucesso é uma equipa de mais de 700 profissionais que trabalha diariamente para desenvolver, produzir e comercializar produtos de excelência na área alimentar, com base nos mais elevados padrões de qualidade, inovação, higiene e segurança.

Ao longo dos seus mais de 50 anos de história, a marca tem-se mantido fiel aos processos e receitas transmitidas de geração em geração, procurando, contínua e consistentemente, compreender a evolução do mercado, de forma a antecipar tendências e hábitos do consumo.

De Rio Maior para o mundo

A marca Nobre tem origem num nome de família – a família Nobre. A história da marca remonta a 1918, ano em que Marcolino Pereira Nobre abriu o primeiro talho em Rio Maior. Depois de vários anos de atividade, decidiu alargar o negócio. Após a descoberta em França da existência de matadouros de iniciativa privada, com métodos que poderiam potenciar a atividade, em abril de 1957 a família Nobre inaugurou o Primeiro Matadouro Regional de Portugal, em Rio Maior, para satisfazer unicamente as necessidades comerciais da Nobre, caracterizado por uma tecnologia mais avançada, processos modernizados e maior produtividade.

Em maio de 1962, foi então constituída a sociedade “Indústrias de Carnes Nobre, Lda”, com novos planos de expansão da atividade e grandes investimentos. Nos anos 70 do século XX é construída uma fábrica moderna equipada com tecnologia europeia, e uma frota de distribuição organizada. Entre 1989 e 1993, integrada num processo de internacionalização foi alvo de sucessivas mudanças de acionistas.

No ano 2000, a Nobre recebe a Certificação de Qualidade NP ISO 9001. Em maio de 2002, a Academia de Charcutaria da Nobre é fundada e acreditada pelo IQF-Instituto Português para a Qualidade de Formação. Este espaço foi criado com o intuito de transmitir conhecimento e experiência na área de charcutaria, de modo a formar profissionais, atuais e futuros, com aptidões

para executar as suas funções com segurança e competência. Nesta Academia ensinam-se boas práticas de fabrico para que as expectativas do cliente não sejam defraudadas, e evitar que este fique dececionado com o produto.

Em 2006, a Nobre é adquirida pelo Groupe Smithfield, o que lhe possibilitou uma série de novas oportunidades a nível tecnológico, de inovação e desenvolvimento do produto, bem como o acompanhamento das tendências globais do mercado.

No ano 2007, obteve a Certificação do Sistema de Segurança Alimentar, pela APCER, de acordo com a Norma NP EN ISO 22000. E em 2008, a Smithfield Foods funde-se com a Campofrio, resultando no Campofrio Food Group, a maior empresa de carnes processadas da Europa e uma das 5 maiores do mundo. Líder no mercado Português, neste setor, detém cerca de 738 colaboradores, uma faturação estimada de 100 Milhões € (ano 2015) e um volume de vendas estimado de 35 Milhões toneladas.

Desde 1993 que lhe vêm sendo atribuídos vários prémios *Masters* da Distribuição, sendo estes uma iniciativa da revista Distribuição Hoje. Estes prémios são atribuídos anualmente, com o objetivo de distinguir os produtos inovadores e premiar as personalidades que contribuíram para o desenvolvimento das empresas do setor da distribuição e da produção moderna.

A fábrica é a principal unidade industrial da região, com uma área de 40.000 m² cobertos, permanecendo no local original da sua fundação.

Ao longo de mais de “50 anos a pensar em si” – o lema da empresa – a Nobre tem respeitado os métodos e receitas tradicionais, mas sem esquecer os benefícios associados à progressiva aplicação da tecnologia moderna para ser cada vez melhor, mais eficiente, inovadora e para se superar diariamente. Integrando tradição e modernidade, tem garantido o sabor e a qualidade de sempre a que habituou os seus consumidores no mercado português, mas também além-fronteiras. Atualmente, e fruto do crescimento da empresa, a Nobre é uma marca embaixadora do país nos mercados externos, com a responsabilidade de mostrar os seus valores um pouco por todo o mundo: portugalidade, empreendedorismo, ética, qualidade, excelência e responsabilidade.

A Nobre Alimentação, Lda. está organizada em três áreas de negócio:

- Vendas, *Marketing* e *Shopper Marketing*,
- Áreas de Suporte
- Produção

A Figura 5.2 contém o primeiro grande grupo de áreas funcionais.

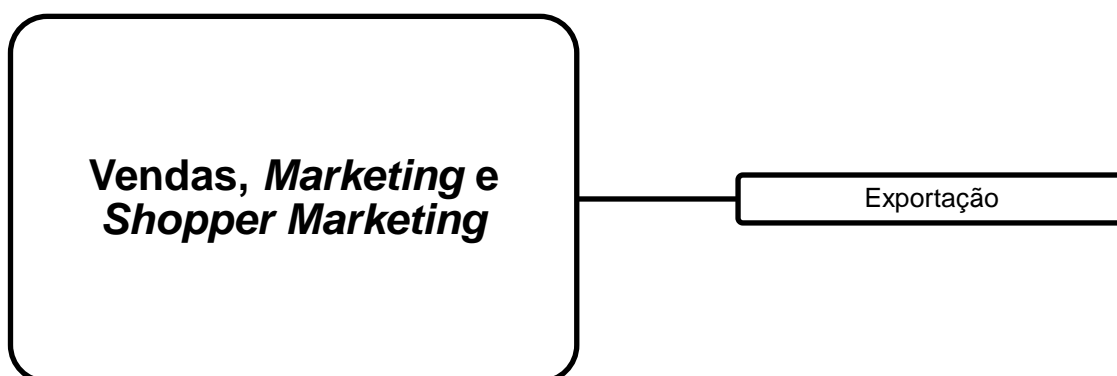


Figura 5.2 – Área das Vendas *Marketing e Shopper Marketing*

A Figura 5.3 contém o segundo grande grupo de áreas funcionais da empresa.

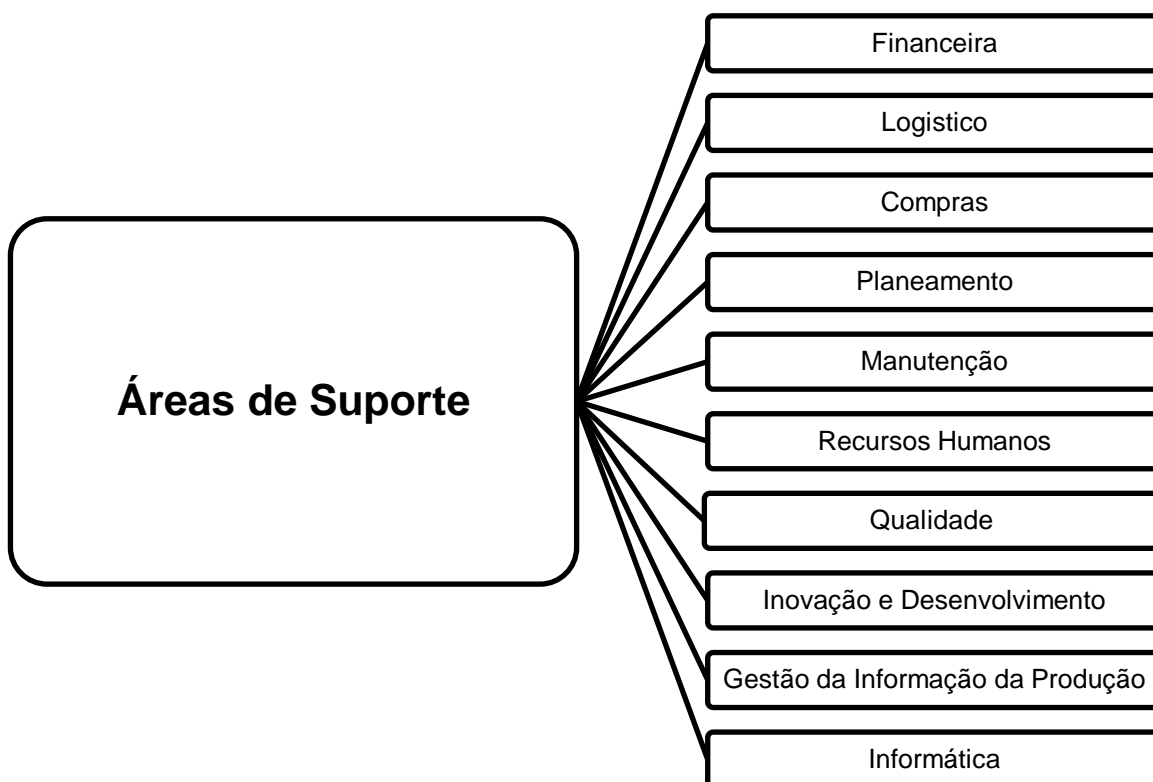


Figura 5.3 – Área de Suporte

A Figura 5.4 contém as áreas da Produção.

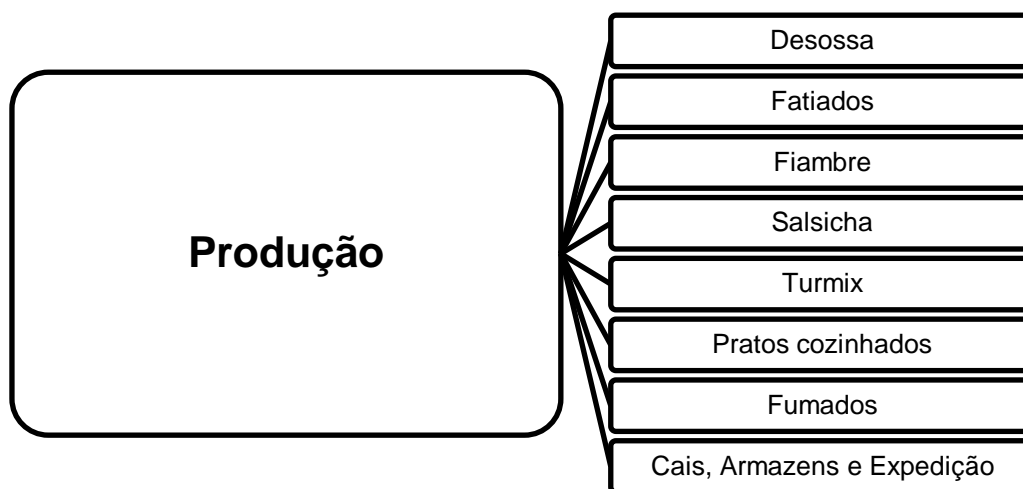


Figura 5.4 – Área de Produção

5.1.2 Visão, Estratégia e Missão

A Nobre sendo uma empresa líder de mercado, tem vindo a implementar a tradição da charcutaria Portuguesa, disponibilizando tanto essa tradição como inovação adaptada à exigência dos consumidores nos mercados externos. Para isso conta com uma já duradoura e vasta experiência na gastronomia nacional. Desde há vários anos que os consumidores têm reconhecido a qualidade e experiência.

Visão

Ser uma empresa líder na área alimentar, garantia de sabor e qualidade, pioneira na inovação dos melhores produtos e serviços, indo sempre ao encontro das expectativas e necessidades do consumidor.

Estratégia

Inovar no sentido de criar valor para o mercado e para o consumidor, assegurando uma comunicação relevante e diferenciadora de uma equipa dedicada, motivada e comprometida.

Missão

Desenvolver, produzir e comercializar produtos e serviços de excelência na área alimentar, com base nos mais altos padrões de qualidade e inovação.

5.1.3 Certificação, Qualidade e Segurança Alimentar na Empresa

O compromisso com a qualidade, segurança alimentar e satisfação do cliente foi reconhecido em 2001 com a atribuição da certificação do Sistema de Gestão da Qualidade de acordo com o referencial NP EN ISO 9001, e em 2007 com a atribuição da certificação do Sistema de Gestão da Segurança Alimentar de acordo com o referencial NP EN ISO 22000:2005 pela APCER (Associação Portuguesa de Certificação). Hoje, a certificação ISO 22000 garante que os produtos da Nobre respondam eficazmente aos mais elevados padrões de qualidade exigidos pela União Europeia. Em 2017, a Nobre obteve a certificação IFS FOOD com uma pontuação de 96%, reforçando assim a excelência na qualidade, segurança alimentar e satisfação dos nossos clientes e consumidores.

A Nobre assume um rigoroso controlo de qualidade durante todo o processo de produção. As matérias-primas que utilizam são provenientes de fornecedores qualificados, dos quais exigem a máxima segurança e qualidade, bem como toda a informação detalhada para que a rastreabilidade seja assegurada. Na receção é feita uma cuidadosa inspeção das matérias-primas bem como a sua respetiva identificação. Ao longo de todos o processo de produção, realizam diversos controlos internos e externos, para assegurar as condições de segurança e qualidade. A Nobre tem implementado um Sistema de Gestão da Segurança Alimentar baseado na aplicação do sistema HACCP (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo), abrangendo todos os produtos e todos os processos desde a receção de matérias-primas até à distribuição do produto final. Na figura 5.5 estão ilustrados os certificados obtidos pela Empresa.



Figura 5.5 – Certificados Obtidos pela Empresa Nobre Alimentação, Lda.

5.2 Caracterização dos Processos Produtivos

Relativamente aos processos de fabrico utilizados na linha de fiambre, será dado especial ênfase às etapas de fabricação do fiambre de perna, tendo em conta que o processo de desmancha é realizado na linha de desossa adjacente à linha em estudo.

5.2.1 Fluxograma do Processo Fabrico de Fiambre da Perna

Na figura 5.6, transcreve-se o fluxograma do fabrico do fiambre da perna.

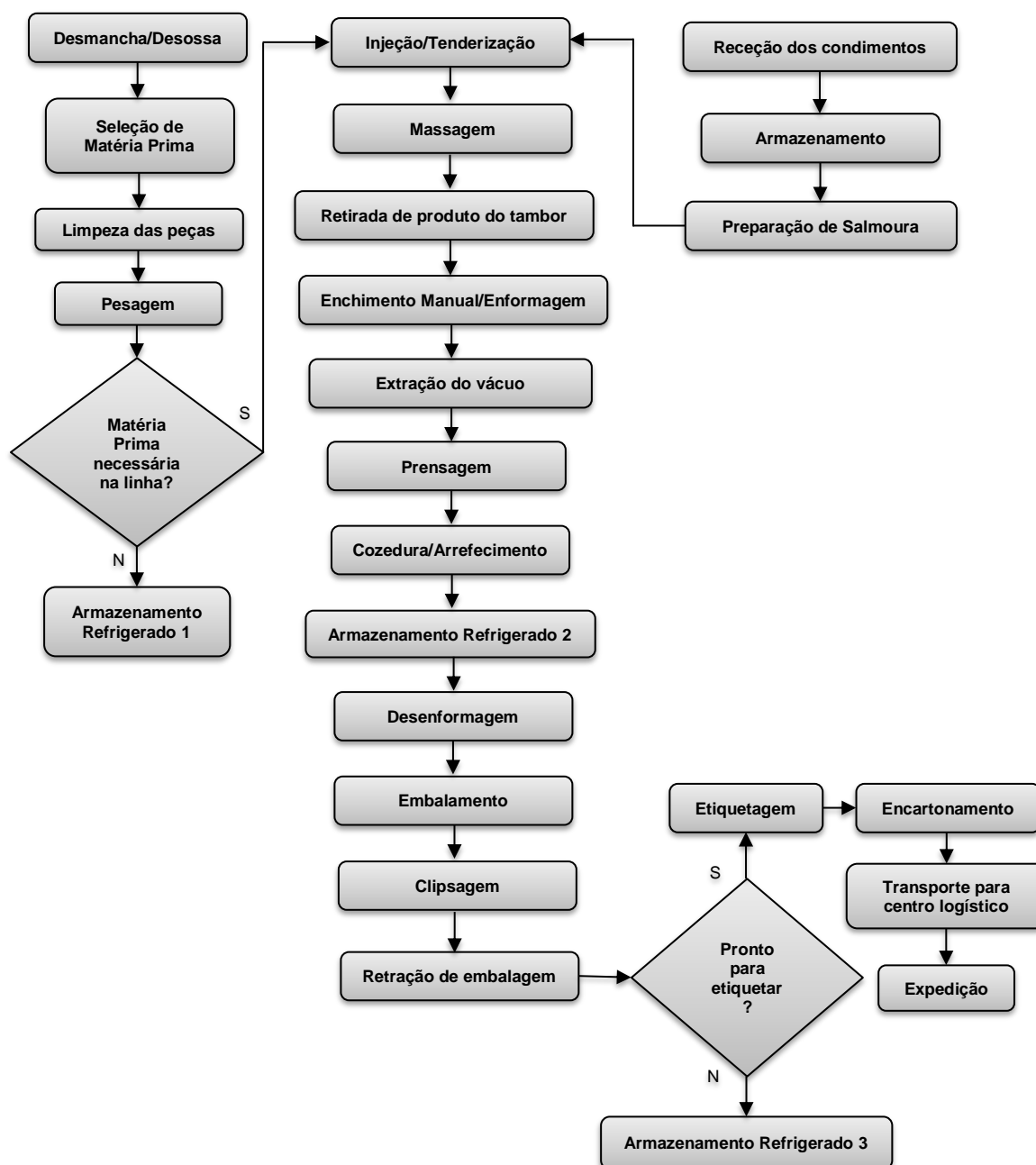


Figura 5.6 – Fluxograma do Processo de Fabrico do Fiambre da Perna

O fluxograma apresentado foi estruturado recorrendo à observação direta na linha de produção de fiambre, focalizando a observação para a produção de fiambre da perna.

O fluxograma, apesar de reproduzir as diversas fases de produção, não ilustra na íntegra a totalidade das etapas de produção, optando na sua estruturação por realçar apenas as etapas com maior relevo no processo de fabrico do produto.

A decisão de omitir algumas fases da produção, visa essencialmente preservar algumas características do método de produção prendendo-se com questões concorrenciais no fabrico, salvaguardando os interesses da empresa e acautelando o processo de produção e características que definem a particularidade do produto.

5.2.2 Descrição do Processo de Fabrico do Fiambre da Perna

- **Desmancha/Desossa**

Esta etapa realiza-se na linha da Desossa adjacente à linha de Fiambre. A desmancha caracteriza-se pela divisão da carcaça em várias peças. De seguida, procede-se à desossa, em que são retirados todos os ossos grandes.

- **Receção de Condimentos**

A receção dos condimentos é realizada pela pessoa responsável pela preparação da salmoura, sendo que esta verifica as condições em que se encontra a mercadoria.

- **Seleção de Matéria Prima**

A seleção de carnes consiste em escolher peças de carne isentas de maus cheiros, feridas, hematomas e que apresentem um pH entre 5,6 e 6.

- **Armazenamento**

Todos os condimentos e embalagens rececionadas são armazenados em armazém com humidade controlada.

- **Limpeza das peças**

De seguida realiza-se a limpeza da peça, ou seja, são retirados todos os restantes ossos, assim como cartilagens, nervos, tendões e gorduras.

- **Preparação de Salmoura**

Os condimentos selecionados são ordenadamente adicionados à água previamente refrigerada com uma temperatura entre os 0°C e os 3°C. No final, a salmoura não deve possuir qualquer aglomerado visível, e a sua temperatura não deve ser superior a 3°C quando adicionada à carne.

- **Pesagem**

Depois das peças limpas procede-se à pesagem. A pesagem é realizada em palotes que são pesados em balanças devidamente calibradas. No fim de cheio, o peso de cada palote é registado.

- **Armazenamento Refrigerado 1**

Após a pesagem dos palotes, se estes não forem de imediato necessários para a produção diária de Fiambre, seguem para uma camara refrigerada a temperatura e humidade controlada, de modo a conservarem todas as propriedades da carne.

- **Injeção/Tenderização**

A salmoura preparada anteriormente é agora colocada na injetora, assim como a carne no interior do equipamento. A injeção consiste na difusão homogénea da salmoura na carne, recorrendo a agulhas injetoras que possuem orifícios cruzados na extremidade para a saída da solução. Quando este processo termina as peças de carne passam por um equipamento que efetua a Tenderização, que consiste na passagem entre dois cilindros contendo pequenas lâminas que golpeiam a carne, de modo a que os golpes que a atingem levem à extração da proteína solúvel, à distribuição e à homogeneização da salmoura e também ao aumento da capacidade de absorção de substâncias líquidas nas etapas seguintes.

- **Massagem/Retirada de produto do tambor**

Na massagem nos tambores, o equipamento é fechado sob vácuo, os pedaços de carne são elevados pelas saliências do interior do bombo até ao seu ponto mais alto, até cair. O impacto da queda produz uma intensa ação mecânica, danificando a estrutura muscular. A aplicação de vácuo elevado promove um melhor desenvolvimento da cor, um sabor mais intenso, também uma maior dilatação das proteínas musculares e uma maior coesão entre as partículas no produto final, evitando a formação de possíveis bolsas de ar. A remoção de oxigénio e ausência de pressão durante esta etapa contribui para a formação de uma cor mais forte e intensa porque nestas condições o óxido nítrico formado liga-se de uma maneira mais rápida e eficaz à mioglobina.

- **Enchimento Manual**

No caso do fiambre da perna o enchimento é manual, sendo colocadas as peças salmodiadas dentro de uma forma previamente forrada a plástico, e por fim colocada uma tira de couro na parte superior.

- **Extração do Vácuo**

A forma é colocada dentro do extrator de vácuo, que permite uma melhor coesão do preparado.

- **Prensagem**

Os fiambres envoltos em plástico são colocados em formas que são fechadas com uma prensa.

- **Cozedura/Arrefecimento**

A cozedura é a etapa em que o produto acondicionado dentro das formas é dirigido para o forno, onde irá ser cozido a temperatura e humidade controladas. Após ser atingida a temperatura desejada no interior do produto, procede-se ao arrefecimento, sendo que este é efetuado diretamente nos fornos, através de um duche com água fria. Se o arrefecimento for lento aumenta a probabilidade de desenvolvimento microbiano e a água presente nas camadas mais exteriores solidificam enquanto o interior permanece quente, por consequente haverá formação de exsudados.

- **Armazenamento Refrigerado 2**

Após o arrefecimento rápido, o produto é armazenado em câmara fria com temperatura e humidade controladas, até atingir a temperatura desejada, durante aproximadamente 24 horas.

- **Desenformagem**

A desenformagem é a retirada do produto da prensa, da forma e a película que o envolve.

- **Embalamento**

O embalamento é realizado através da colocação de um saco plástico de polietileno na peça já desenformada. De seguida vai para o equipamento que efetua a extração de vácuo.

- **Clipsagem**

No equipamento utilizado no embalamento, o saco é devidamente selado com a ajuda de um clipe metálico.

- **Retração de Embalagem**

De seguida, o saco passa para um tapete onde é efetuada a retração da embalagem através de calor direcionado para a embalagem.

- **Armazenamento Refrigerado 3**

Quando os produtos não seguem de imediato para expedição, devem ser armazenados em câmara refrigerada, a fim de manterem todas as suas qualidades.

- **Etiquetagem**

Procede-se à correta etiquetagem do produto, com as características correspondentes, bem como o seu prazo de validade

- **Encartonamento**

São colocados 2 fiambres em cada caixa de cartão. Esta é fechada e identificada através de um rotulo com toda a informação relativa ao produto.

- **Transporte para Centro Logístico**

As paletes de fiambre são enviadas para o centro logístico da empresa.

- **Expedição**

A expedição contempla a saída do produto da empresa.

5.3 Identificação de Oportunidades de Melhoria

Nesta fase do projeto foi efetuada a identificação das oportunidades de melhoria, tendo sido feita a identificação dos problemas, de seguida encontraram-se as causas para esses mesmos problemas e por fim realizou-se a triagem dos mesmos.

5.3.1 Recolha de Problemas e Oportunidades de Melhoria

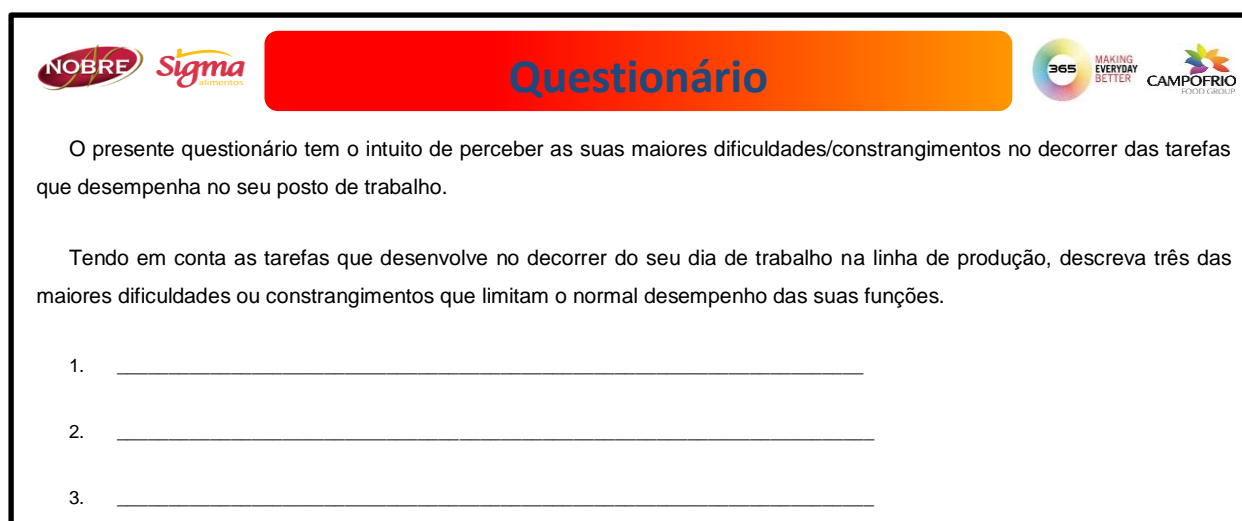
O trabalho diário da linha de fiambre foi analisado diretamente para este estudo, sendo que, através desta presença no chão de fábrica foram possíveis identificar diversos problemas através da técnica de observação direta.

Neste contexto vários colaboradores foram-me informando sobre dos problemas com que se deparam no decorrer das suas atividades na linha, ou seja, através de *brainstorming* informal, fui captando todas as informações que estes me passavam para poder atuar em conformidade, na tentativa de melhorar o local de trabalho e as condições nele presentes.

As reuniões constantes do departamento de *Lean* também deram a entender alguns dos problemas detetados na linha de produção, assim através de *brainstorming* formal, foi possível perceber quais as preocupações do departamento e quais as oportunidades de melhoria que aquela linha apresentava.

Com o intuito de se conseguir perceber quais as maiores dificuldades que os operadores sentem no desempenho das suas funções, para que assim se consiga melhorar as condições existentes, foram realizados questionários aos funcionários afetos à produção.

A figura 5.7 apresenta o questionário efetuado aos 60 colaboradores que diariamente trabalham na linha de produção de fiambre, sendo que a amostra é bastante heterogénea. O Anexo I contém um questionário preenchido por um dos colaboradores.



The image shows a questionnaire form with a header containing logos for NOBRE, Sigma, 365 MAKING EVERYDAY BETTER, and CAMPOFRIO FOOD GROUP. The title 'Questionário' is centered in a red box. The text of the questionnaire is as follows:

O presente questionário tem o intuito de perceber as suas maiores dificuldades/constrangimentos no decorrer das tarefas que desempenha no seu posto de trabalho.

Tendo em conta as tarefas que desenvolve no decorrer do seu dia de trabalho na linha de produção, descreva três das maiores dificuldades ou constrangimentos que limitam o normal desempenho das suas funções.

1. _____

2. _____

3. _____

Figura 5.7 – Questionário Efetuado aos Colaboradores

5.3.2 Análise dos Problemas Identificados

Uma vez encontrados os problemas que os operários destacaram no decorrer do desempenho das suas funções no processo de produção de Fiambre, torna-se relevante encontrar as respetivas causas-raiz, de modo a poder atuar-se de forma concreta e eficaz na determinação de soluções que melhorem as condições de trabalho na linha e por conseguinte a produção.

Esta análise foi importante na medida em que elimina dúvidas relacionadas com a interpretação que

cada colaborador pode fazer de problemas iguais, ou seja, o colaborador pode fazer uma interpretação errada da situação e equivocar-se no problema. Assim esta análise visa dissipar qualquer erro de análise descrito nos questionários.

Nesse sentido, a Tabela 5.1 contém os dados referentes à aplicação da ferramenta de análise dos 5 Porquês, com a qual foi possível determinar as causas-raiz de alguns dos problemas identificados pelos colaboradores.

Tabela 5.1 – Análise dos 5 Porquês dos Problemas Identificados

Problemas Principais	Paragens de máquinas não programadas		Ferramentas fora do lugar	Obstrução dos locais de passagem		Nº Movimentações	Falta de conhecimento sobre normas de segurança referente ao manuseamento de equipamentos		Formação insuficiente nas máquinas da linha
1º Porquê	Falta de manutenção preventiva		Falta de suportes ou local definido para ferramentas	Falta de espaço na linha de produção		Máquinas necessárias na linha encontram-se noutra extremidade da fábrica	Falta de formação específica para cada máquina	Falta de standards informativos junto de cada máquina	Necessidade de colocar rapidamente trabalhadores a desempenhar as funções para os quais foram contratados
2º Porquê	Falta de mão de obra	Sem procedimentos de manutenção autónoma	Falta de avaliação do local de trabalho para averiguar necessidades de suportes.	Aumento de produção sem reformulação da linha	Máquinas obsoletas na linha de produção	Falta de espaço na linha de produção	Inexistência de procedimentos normalizados		Evitar rutura de stock/paragem da linha de produção
3º Porquê	Inexistência de plano ou procedimentos normalizados		Défi ce de recursos humanos para análise das necessidades			Gestão ineficiente do espaço			Celeridade no cumprimento das encomendas
4º Porquê									Satisfazer as exigências do cliente final
5º Porquê									

Desta forma, conseguiram-se definir as causas para os problemas identificados pelos colaboradores e as oportunidades de melhoria na linha em estudo:

1. A linha de produção em estudo, linha de fiambre, a linha com mais máquinas de toda a fábrica, tornando-se assim ainda mais importante que estas avariem o menos possível de modo a não comprometerem a produção. Estas máquinas necessitam de constantes ajustes, lubrificações, até mesmo substituições de tapetes, rolamentos etc. Constatou-se que estas avarias frequentes promovem os seguintes problemas:

- Baixa produtividade;
- Desperdícios de tempo;
- Desperdícios de matéria prima;
- Custos elevados de manutenção;
- Custos de mão de obra (horas extra).

Assim, seria importante definir um plano de atuação que permitisse eliminar avarias que pudessem ser detetadas pelos operadores e corrigidas de modo preventivo.

2. As ferramentas fora do lugar são uma constante implicando uma perda de tempo desnecessária dos operadores na procura pelos utensílios necessários para o desempenho das suas tarefas, tornando-se ainda numa problemática maior aquando da troca de operários para máquinas que não têm por hábito operar, tendo assim um maior desconhecimento dos prováveis locais onde se encontram as ferramentas de trabalho.
3. As constantes movimentações de empilhadores de umas zonas para as outras requerem que os locais estejam desimpedidos, por forma a que estes consigam circular a uma velocidade constante sem terem que se desviar do percurso mais curto, o que se torna por vezes difícil visto que o acumular quer de palotes quer de carros acaba por gerar conflito com a passagem de empilhadores e outros veículos. Outro dos fatores que influencia as movimentações são as máquinas e todos os equipamentos presentes na linha que estão obsoletos e que ainda assim permanecem no local.
4. Relativamente ao número de movimentações que cada operário realiza durante o seu horário de trabalho, constatou-se que existe pelo menos uma máquina que é usada praticamente todos os dias que não se encontra na linha de produção por falta de espaço,

fazendo com que os operadores tenham que transportar carrinhos de carne de uma máquina que se encontra numa outra extremidade da fábrica, passando ainda por outra linha de produção antes de chegar à linha de fiambre, originando perda tempo de produção, e que se disponha de maior número de operários na realização desta tarefa do que seria suposto se a máquina se encontrasse na linha.

5. Existe falta de informação relativamente á perigosidade de operar cada uma das máquinas presentes na linha, o que faz com que os operadores recentemente contratados não desempenhem as funções de forma mais eficiente, podendo colocar em risco a sua integridade física., fazendo com que se perda tempo por receio de correr risco no manuseamento da máquina.
6. A formação dos operadores também constitui um problema de relevo para a linha de produção, aquando da falta de operadores, exigindo que colaboradores de outras linhas possam vir a desempenhar as funções dos colegas ausentes ou mesmo aquando da contratação de recursos humanos. Apesar da formação ser uma componente importante neste processo, iria causar paragens de produção devido ao facto dos colaboradores se ausentarem.

Além dos problemas que foram considerados na tabela 5.1, foram identificados outros problemas:

- Paragens de máquinas não programadas
- Ferramentas fora do lugar
- Obstrução dos locais de passagem
- N° Movimentações
- Falta de conhecimento sobre normas de segurança referente ao manuseamento de equipamentos
- Formação insuficiente nas máquinas da linha
- Piso escorregadio
- Falta de suportes
- Ruído na linha
- Baixos vencimentos
- Balneários danificados
- Falta de material
- Diferenças de temperatura
- Pavimento em mau estado
- Relacionamento interpessoal

5.3.3 Triagem de Problemas

Após a análise dos dados recolhidos referente aos questionários efetuados pelos colaboradores recorreu-se ao Diagrama de Pareto, de forma a estabelecer prioridades de atuação nos problemas com maior frequência.

A tabela 5.2 contém os dados referentes aos questionários efetuados, relativamente aos problemas identificados pelos operários.

Tabela 5.2 – Problemas Identificados pelos Operários nos Questionários

Problema	Nº Ocorrências	%Total	%Acumulada
Paragens de máquinas não programadas	35	19,4	19,4
Ferramentas fora do lugar	31	17,2	36,7
Obstrução dos locais de passagem	20	11,1	47,8
Nº Movimentações	15	8,3	56,1
Máquinas obsoletas na linha	15	8,3	64,4
Falta de conhecimento sobre normas de segurança referente ao manuseamento de equipamentos	12	6,7	71,1
Formação insuficiente nas máquinas da linha	12	6,7	77,8
Piso escorregadio	8	4,4	82,2
Falta de suportes	8	4,4	86,7
Ruido na linha	5	2,8	90,0
Baixos vencimentos	5	2,8	92,8
Balneários danificados	4	2,2	95,0
Falta de material	4	2,2	97,2
Diferenças de temperatura	2	1,1	98,3
Pavimento em mau estado	2	1,1	99,4
Relacionamento interpessoal	1	0,6	100,0
Total	180	100	

Na figura 5.8 é apresentado o Diagrama de Pareto referente aos problemas que afetam o decorrer das tarefas diárias dos operadores, identificados pelos mesmos, na linha de produção de Fiambre.

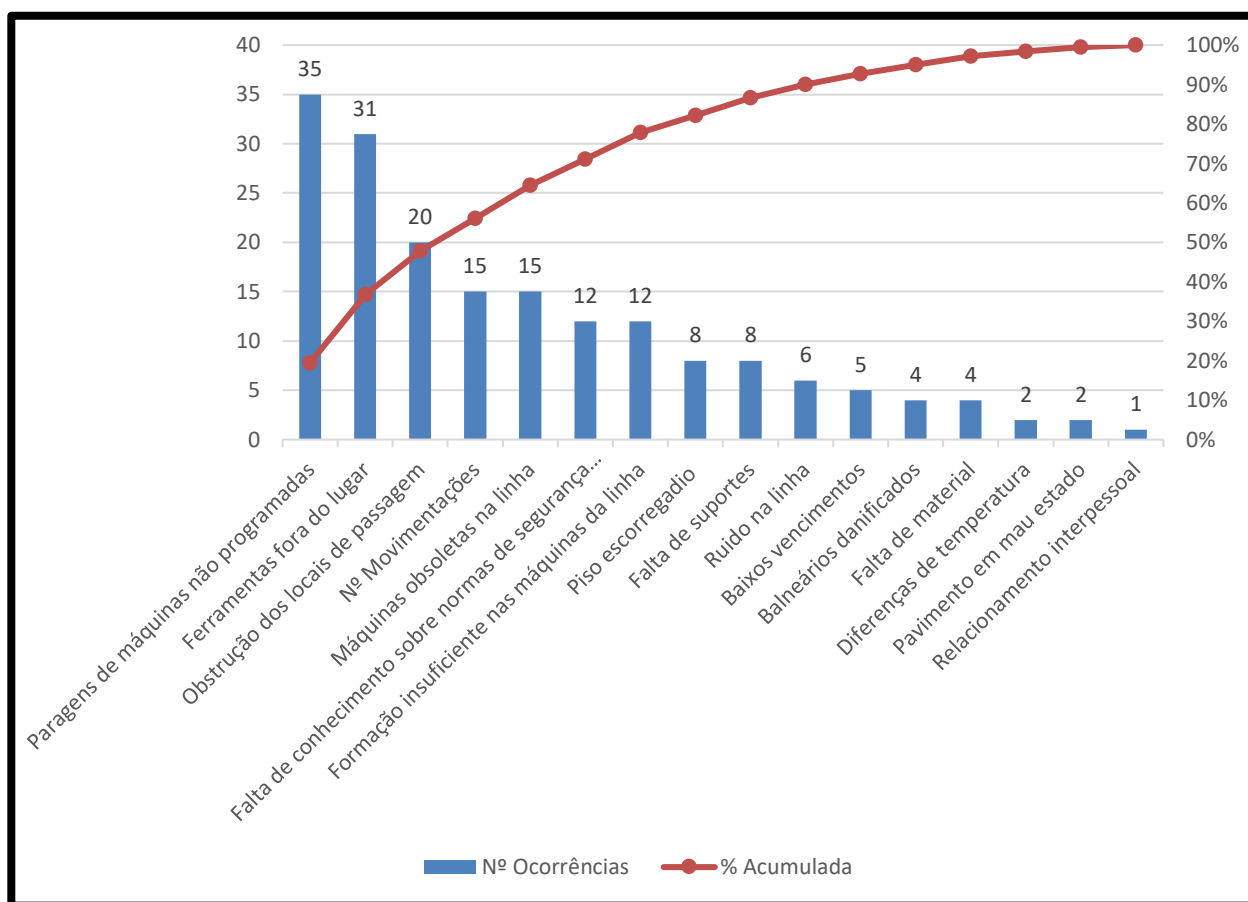


Figura 5.8 – Diagrama de Pareto dos Problemas Identificados

Através do diagrama apresentado, pode verificar-se que 77,8% dos problemas identificados correspondem a:

- paragens de máquinas não programadas;
- ferramentas fora do lugar;
- obstrução dos locais de passagem;
- nº de movimentações;
- máquinas obsoletas na linha;
- falta de conhecimento sobre normas de segurança referente ao manuseamento de equipamentos;
- formação insuficiente nas máquinas da linha.

Desta forma, constata-se que foram estes os principais problemas identificados pelos operadores como sendo as principais dificuldades que encontram no decorrer das suas atividades diárias na linha de produção.

5.4 Propostas de Melhoria

Após a determinação das causas para os problemas mais relevantes identificados pelos colaboradores, foram aplicadas ferramentas analíticas da metodologia TRIZ, com o objetivo de encontrar propostas de melhoria para as situações problemáticas referidas.

5.4.1 Checklist de Manutenção Autônoma

Efetuada a análise das causas identificadas pelos colaboradores para os problemas de maior relevo, concluiu-se que um dos principais problemas, estava relacionado com as paragens de linha, resultantes de pequenas avarias ou necessidades de substituição de peças.

Considerou-se então numa primeira fase, que seria importante proceder à avaliação do serviço de manutenção da empresa, atendendo à necessidade de melhorar, a sua eficiência e organização, cujo objetivo principal seria apresentar soluções que diminuíssem ou eliminassem desperdícios encontrados, através da aplicação da filosofia *Lean*.

Neste estudo, também se considerou relevante identificar situações que não acrescentam valor ao serviço de manutenção, sendo que, estas situações encontram-se discriminadas abaixo na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Definição de Valor no Serviço de Manutenção (Sousa, 2013)

Valor acrescentado	Valor não acrescentado
<ul style="list-style-type: none"> • Ordens de trabalho preventivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Deslocaamentos à secção do serviço de manutenção • Submissão de avarias e ordens de trabalho • Registo de stocks • Procura de ferramentas • Procura de componentes

De acordo com o que vem referenciado no quadro acima, concluiu-se que as atividades de valor não acrescentado provocam perda de tempo aos técnicos de manutenção.

Tal como referido na secção 2.5.2, as intervenções nas atividades de manutenção do 1º e 2º nível poderiam ser delegadas aos operadores, aliviando desta forma os técnicos referenciados.

Foi também objeto de estudo o nível de produção da linha, que era fortemente afetado por paragens não programadas, que necessitavam de intervenção dos técnicos de manutenção.

Tendo como objetivo avaliar se estas paragens não programadas poderiam ser minimizadas ou até mesmo eliminadas, assim como se algumas tarefas de manutenção deveriam ser transferidas para os operários, foi utilizada a metodologia TRIZ, sendo que, neste caso, foi aplicada a Análise Substância-Campo.

Resultante da aplicação da ferramenta referenciada, a primeira tarefa foi a definição do sistema, logo a substância S1 representará a perda de produção e perda de tempo dos técnicos de manutenção e a substância S2 representará a qualidade da manutenção, sendo obtido um sistema incompleto como ilustrado no capítulo 3, Figura 3.4.

Existem 76 Soluções Padrão, sendo que, estas podem ser generalizadas em 7 Soluções Gerais, como descrito no capítulo 3.1.2.

Neste caso, a Solução Geral mais adequada à situação é a primeira, ou seja, deve ser introduzido um campo F que permita completar o sistema, de modo a que se torne completo.

O campo F introduzido no sistema terá que estabelecer a ligação entre as substâncias S1 (perda de produção e perda de tempo dos técnicos de manutenção) e S2 (qualidade da manutenção).

Uma das hipóteses colocadas para o campo F, foi a Manutenção Autónoma, atendendo a que esta irá permitir reduzir o tempo de perda de produção, pois reduzirá as pequenas paragens para substituição de peças e permitirá obter uma melhor previsão das futuras avarias ou necessidades de manutenção, fazendo com que todas as alterações necessárias ao funcionamento das máquinas sejam realizadas aquando das paragens programadas das linhas de produção.

A Manutenção Autónoma também irá permitir que as intervenções de 1º e 2º nível de manutenção, sejam realizadas pelos operadores das máquinas, reduzindo desta forma a perda de tempo dos técnicos de manutenção nestas tarefas, libertando tempo para que estes possam planear e direccionar a sua intervenção para outro tipo de atividades da manutenção.

A palavra autónoma indica exactamente o facto de os operadores terem autoridade e conhecimento suficientes para executarem intervenções só realizadas antes pelo pessoal especializado.

5.4.2 Ferramenta 5S e Procedimentos Normalizados

Como se pode constatar pela análise das problemáticas identificadas anteriormente, percebeu-se que existe um déficit ao nível da normalização dos procedimentos de trabalho, sendo que seria importante que estes se tornem mais organizados e sistematizados, facilitando as operações nos equipamentos, reduzindo desta forma perdas de material e otimizando o tempo empregue nas tarefas.

Assim, fica notória a falta de organização quando os operários referem nos questionários efetuados, que existem ferramentas fora do lugar e que esta falta de rotinas cria uma perda de tempo inaceitável numa empresa de tamanha notoriedade, que prima pela excelência a todos os níveis. Uma das certezas será que uma maior organização trará um melhor aproveitamento do tempo que, por conseguinte, terá um impacto positivo sobre a produtividade dos funcionários, aumentará a segurança no local de trabalho, assim como a possibilidade de produtos e processos se adequarem aos padrões de qualidade exigidos pelos clientes.

Neste caso, definiu-se esta situação como sendo um problema não complexo, e optou-se pela proposta de aplicação da metodologia 5S e procedimentos normalizados, no sentido de reduzir os desperdícios de materiais e consumíveis, os defeitos de fabrico, a variabilidade dos métodos de trabalho, com o objetivo principal de melhorar a eficiência na produção, qualidade e sobretudo aproveitar a eficiência dos trabalhadores.

Esta metodologia irá permitir identificar todos os materiais e equipamentos da empresa, de forma a dispensar os instrumentos que não constituem qualquer utilidade no sector, reorganizar o local de trabalho, de forma a torná-lo mais funcional colocando cada ferramenta no seu lugar devido, tendo o cuidado de separar as que são de uso diário das que são utilizadas com menor frequência procurando fazer uma melhor gestão e aproveitamento do tempo e espaço. A aplicação da metodologia dos 5S, irá também permitir uma maior responsabilização dos operários no que concerne à limpeza do espaço de trabalho, permitindo consciencializá-los que a higienização e limpeza do espaço é responsabilidade de todos, demonstrando o compromisso de cada colaborador em zelar pela boa utilização e manutenção do local onde desempenham as suas funções.

Também trará melhorias ao nível da normalização, uma das causas dos problemas identificados, visto ser importante que todos os processos sejam normalizados e de fácil acesso a todos os colaboradores permitindo facilitar o acesso às regras de manuseamento de cada máquina bem como dos procedimentos de segurança que devem ter ao operar os equipamentos.

5.4.3 One Point Lesson

Um dos principais objetivos da empresa é conseguir satisfazer as exigências e necessidades dos clientes, quer ao nível da quantidade quer da qualidade. Tornando-se imperativo que todos os colaboradores tenham um conhecimento no domínio de todos os equipamentos presentes na linha, sendo que para isso não se tenha de despende demasiado tempo que poderia ser aproveitado na linha de produção.

Sendo estes dois parâmetros contraditórios, torna-se vantajoso aplicar a Matriz das Contradições, uma ferramenta analítica da metodologia TRIZ, que visa encontrar medidas inventivas de resolução do conflito considerado.

Assim, definiu-se, como característica a ser melhorada, o parâmetro de engenharia número 33 – “Conveniência de Uso”, como a melhoria deste atributo não influencia negativamente nem a qualidade do produto nem a cadência de produção, considera-se como parâmetro que é deteriorado, o elemento número 25 – “Perda de tempo”.

De forma a eliminar esta contradição técnica resultante da correlação entre estes dois parâmetros de engenharia, expostos na Matriz de Contradições e evidenciados na Tabela 5.4, assinalaram-se os princípios inventivos capazes de resolver o conflito apresentado.

Tabela 5.4 – Identificação dos Princípios Inventivos na Matriz de Contradições (adaptado de Altshuller, 2001)

		Parâmetros de engenharia piorados		
		23	24	25
Parâmetros de engenharia a serem melhorados	31	10, 1, 34	10, 21, 29	1, 22
	32	15, 34, 33	32, 24, 18, 16	35, 28, 34, 4
	33	28, 32, 2, 24	4, 10, 27, 22	4, 28, 10, 34

Realizou-se então uma breve descrição dos princípios inventivos assinalados na tabela 5.4, com uma circunferência de cor vermelha:

Princípio 4 – Assimetria

- Mudar o formato de um objeto de simétrico para assimétrico. Exemplo: metas diferentes de redução de orçamento diferentes para os departamentos, bola de futebol americano.
- Acentuar assimetrias externas. Exemplos: produtos dirigidos a público infantil, pilha (polo positivo diferente do negativo).
- Acentuar assimetria de um objeto assimétrico. Exemplo: avaliação 360°, diferentes habilidades dos operadores, moldes para prensas em três fases (acrescentando uma fase para melhorar a extração da peça).

Princípio 10 – Ação Prévia

- Introduzir mudanças no produto para atendimento de necessidades. Exemplos: pré-aquecer molde de injeção ou prensa antes de entrada em máquina.
- Colocar objetos para que sejam funcionais quando solicitados. Exemplos: linha picotada do “airbag” dos veículos para facilitar a ruptura quando necessário, seguro da casa ou carro.

Princípio 28 – Substituição do Sistema Mecânico

- Substituir um sistema mecânico por um sistema ótico, acústico, térmico ou olfativo.
- Usar um campo elétrico, magnético ou eletromagnético para a interação com o objeto.
- Substituir campos:
 - Campos estacionários por campos móveis;
 - Campos fixos por campos que mudam com o tempo;
 - Campos aleatórios por campos estruturados.
- Utilizar campos em conjunto com partículas ferromagnéticas.

Princípio 34 – Rejeição e recuperação de componentes

- Depois de ter concluído a sua função ou de se tornar inútil, rejeitar (descartar, dissolver, evaporar, etc.) o elemento do objeto ou modificá-lo durante o processo de trabalho deste.
- Reparar os elementos do objeto durante o seu trabalho.

Contudo, este conjunto de princípios, evidenciados pela Matriz de Contradições, pode não conter a solução mais adequada na remoção da contradição explanada, pelo que se torna imperativo uma reavaliação cuidada dos princípios que podem ser concretamente aplicáveis.

Após análise dos princípios inventivos acima descritos, concluiu-se que o único que constitui uma solução potencialmente aplicável é o princípio 10 – “Ação prévia”, visto que os de mais não se adequam ao caso em estudo.

A resolução do conflito utilizando este princípio, passa pela organização de informação, como por exemplo através dos manuais das máquinas e do conhecimento dos operários mais experientes da linha de produção, de modo a sintetizar toda a informação relevante, para que todos os que exerçam tarefas na linha de produção possam tornar-se rapidamente úteis e com conhecimento suficiente, com a vantagem de não precisarem de despender horas em formações.

A inexistência deste tipo de “ações prévias” relativamente a novos operários, operários transferidos de outras linhas de produção ou inexperientes em alguns equipamentos, pode originar falhas de informação, utilização de material errado na produção, o incumprimento de especificações quer relativamente a ordens de produção quer relativas ao próprio equipamento, e em casos mais graves originar avarias nas máquinas que podem afetar profundamente a produção.

Em suma, e após realizada uma reunião com a equipa responsável e com as chefias, ficou delineada a implementação de um manual que descrevesse os procedimentos relevantes ao nível de todos os equipamentos presentes na linha, que será usado na linha de produção por qualquer operário que necessite de formação urgente.

5.5 Implementação das Melhorias e Discussão dos Resultados

Depois de apresentadas as propostas de melhoria, recorreu-se à Matriz de Idealidade de modo a analisar a diferença do aumento/diminuição do nível de idealidade do sistema.

5.5.1 Nível de Idealidade

Apresentadas as três propostas de melhoria, é importante perceber se estas são realmente melhorias que vão proporcionar um aumento do nível de idealidade do sistema, ou seja, se vão de encontro às necessidades da empresa.

Posto isto, foram definidos os parâmetros de maior importância para a entidade, tendo em conta apenas a linha de produção de fiambre:

1. Aumento da produtividade;
2. Redução do número de avarias ou paragens não programadas;
3. Redução de custos (custos associados a horas extra de modo a cumprir ordens de produção, custos de manutenção, custos de consumíveis ou matérias-primas);
4. Redução de erros cometidos pelos operadores de máquinas por falta de formação;
5. Aumento da qualidade do produto final;
6. Aumento da manutibilidade do equipamento;
7. Redução das perdas de tempo relacionadas com as montagens e desmontagens de equipamentos;
8. Segurança dos Operários no desempenho das suas funções.

Tendo por base os parâmetros definidos, foi possível elaborar a Matriz de Idealidade, de forma a identificar as interações negativas (representadas pelo sinal “ - ”), as interações positivas (ilustradas pelo sinal “ + ”) e as interações inexistentes, que não exibem qualquer sinal por não apresentarem nenhuma interação lógica, entre estes parâmetros. A Tabela 5.5 apresenta a Matriz de Idealidade e as respetivas interações entre os parâmetros referidos.

Tabela 5.5 – Matriz de Idealidade Aplicada aos Parâmetros Definidos

Parâmetros	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Produtividade		-	-		-	-		
2. Fiabilidade	+		-		+		+	
3. Custos	-	-		-	-	-	-	-
4. Falta de Formação	-	-	-		-	-	-	-
5. Qualidade			-					
6. Manutibilidade	+	+	-		+		+	+
7. Tempo de Montagem/Desmontagem	-		-					-
8. Segurança	-		-				-	

As interações apresentadas alicerçam-se nas seguintes justificações:

1. Produtividade

O principal objetivo da empresa é aumentar a produtividade em todos os equipamentos presentes na linha de produção. Através da análise da Tabela 5.5 verifica-se que um aumento neste parâmetro implicará, uma interação negativa com todos os restantes parâmetros, exceto os parâmetros “Falta de Formação”, “Tempo de Montagem/Desmontagem” e “Segurança”, com os quais não apresenta interações significativas. As interações negativas devem-se ao facto de o aumento da produção poder levar a um acréscimo do número de avarias e de provocar um maior desgaste nos equipamentos, bem como a produção de maior quantidade de produtos com defeito resultantes desse mesmo desgaste. Desta forma, torna-se evidente a consequente relação negativa com o parâmetro custos.

2. Fiabilidade

Um aumento da fiabilidade provoca um aumento da produtividade, uma vez que se o equipamento funciona durante mais tempo permite que este produza ininterruptamente por um período de tempo maior, assim a relação entre estes dois parâmetros é positiva. O bom funcionamento da máquina devido à elevada fiabilidade faz com que os processos de Montagem/Desmontagem se tornem mais rápidos, uma vez que não será necessário trocar peças danificadas com tanta frequência, e por isso se verificando-se uma interação positiva entre ambos. Outra interação positiva verifica-se ao nível da Qualidade, uma vez que se existirem menos avarias de peças a qualidade do produto não será afetada. A única interação negativa verifica-se ao nível dos custos, pois o aumento da fiabilidade de um equipamento está diretamente ligado aos custos associados. As interações inexistentes verificam-se ao nível dos parâmetros “Falta de formação”, “Segurança” e “Manutibilidade”.

3. Custos

O parâmetro associado aos custos interage negativamente com todos os outros parâmetros. Se quisermos reduzir os custos, a produtividade será afetada porque existirá menor investimento na manutenção, que provocará um aumento de avarias ou paragens na linha de produção. A fiabilidade também será comprometida ao se decidir pela diminuição dos custos que esta acarreta, assim como a formação dos colaboradores, a qualidade do produto, a manutibilidade, o tempo de montagem/desmontagem e a segurança dos operários.

4. Falta de formação

O parâmetro associado aos erros cometidos pelos operadores devido à falta de formação, apresenta interações negativas com todos os parâmetros. Se os operadores não tiverem formação adequada ou suficiente, terão pouca experiência no manuseamento dos equipamentos de produção, e assim vão despende mais tempo do que o realmente necessário, comprometendo desta forma a produtividade. A formação acarreta um custo e por isso a interação negativa com este mesmo parâmetro. Os operadores ao manusear de forma incorreta as máquinas podem comprometer a qualidade do produto, bem como danificar alguma peça. Ao montar e desmontar peças do equipamento podem danificá-las por desconhecimento do procedimento adequado, e o tempo que despendem será maior, devido à falta de formação. Por tudo isto a manutibilidade e fiabilidade do equipamento podem ser gravemente comprometidas, assim como a segurança dos colaboradores.

5. Qualidade

O parâmetro Qualidade apresenta apenas uma interação negativa com o parâmetro “Custos”, uma vez que quanto maior for a qualidade exigida, maiores serão os custos associados.

6. Manutibilidade

O aumento da capacidade do equipamento se manter em condições operacionais adequadas provoca interações positivas com a “Produtividade” uma vez que os equipamentos produzem durante mais tempo. Permite também uma interação positiva com a “Fiabilidade” uma vez que as máquinas se tornam mais fiáveis e suscetíveis a menos avarias, e com a “Qualidade” do produto uma vez que se todas as peças estiverem em condições a produção raramente será afetada. Existe interação positiva com o “Tempo de Montagem/Desmontagem” porque a manutenção evitará pequenos ajustes ou mudanças de peças eventualmente danificadas. Por fim a interação positiva com a “Segurança” dos operários, porque se a máquina estiver sempre em condições o risco para o operário diminui. A única interação negativa verifica-se com o parâmetro “Custos”, uma vez que esta manutenção acarreta elevados custos, até por ser uma manutenção realizada na sua totalidade pelo departamento de manutenção.

7. Tempo de Montagem/Desmontagem

Este parâmetro apresenta interações negativas com “Produtividade”, “Custos” e “Segurança”. Relativamente à Produtividade, podemos afirmar que quanto maior for o tempo empregue nestas mudanças, menor será o tempo de produção, sendo que essa perda irá acarretar custos acrescidos para a empresa. A Segurança dos operadores também será afetada nestas mudanças uma vez que se o operador não tiver os devidos cuidados, esse procedimento irá representar para o operador maior risco elevado de se lesar.

8. Segurança

Como ilustrado na tabela, a segurança apresenta uma interação negativa com os parâmetros “Produtividade”, “Custos” e “Tempo de Montagem/Desmontagem”. Os operadores ao pretenderem desenvolver as suas funções com maior segurança, podem perder mais tempo e assim afetar a produção. Quanto maior for o nível de segurança, ou seja, a implementação de melhorias nos equipamentos que sejam uma medida de precaver o erro do operário, a empresa terá um custo associado. O tempo de montagem e desmontagem será afetado se o operário tiver um maior cuidado no manuseamento das peças.

Assim, pela análise da Matriz de Idealidade apresentada na Tabela 5.5, calculou-se o nível de idealidade da situação descrita, através da aplicação da Equação 5.1:

$$Idealidade = \frac{\Sigma(\text{número de interações positivas})}{\Sigma(\text{número de interações negativas})} = \frac{8}{26} \approx 0,31 \quad (5.1)$$

O nível de idealidade é assim inferior a 1, sendo que este resultado se deve ao facto de a quantidade de interações prejudiciais ou negativas ser superior ao número de interações positivas. Através da análise da Tabela 5.5, podemos então constatar que os parâmetros que mais afetam negativamente o sistema, são a “Produtividade”, os “Custos” e a “Falta de Formação”.

As *Checklists* de Manutenção Autónoma são uma solução que permite melhorar a Produtividade, reduzindo as paragens dos equipamentos bem como redução do tempo de montagem e desmontagem, uma vez que terão que ser substituídas menos peças avariadas ou gastas. O recurso a esta solução origina interações que resultariam num aumento do nível de idealidade do sistema, tal como é expresso na Equação 5.2.

$$Idealidade = \frac{10}{24} \approx 0,42 \quad (5.2)$$

A aplicação da Metodologia 5S assim como os procedimentos normalizados permite melhorar a produtividade porque ajuda os operários a sentirem-se mais confortáveis nos seus postos de trabalho, com maior domínio do espaço e organização, assim como mais seguros pelo fato de poderem adquirir competências ao nível dos procedimentos de segurança dos equipamentos. Esta solução origina interações que aumentam o nível de idealidade do sistema, como expresso na Equação 5.3.

$$Idealidade = \frac{14}{20} \approx 0,7 \quad (5.3)$$

A aplicação das *One Point Lessons* permite uma formação diária para os colaboradores, sendo que estes podem usufruir de lições ponto a ponto sempre que desejarem e assim alargarem o seu conhecimento. Esta solução aumentará o nível de idealidade do sistema, como expresso na Equação 5.4.

$$Idealidade = \frac{16}{18} \approx 0,89 \quad (5.4)$$

A aplicação das três soluções provocaria um aumento bastante significativo na idealidade do sistema, como é evidenciado pela Equação 5.5

$$Idealidade = \frac{22}{12} \approx 1,83 \quad (5.5)$$

5.5.2 Checklist de Manutenção Autónoma

O departamento de *Lean* da empresa, decidiu que poderíamos começar pela elaboração de *Checklists* de Manutenção Autónoma, que permitam entender mais cedo quando as máquinas devem ser sujeitas a manutenção, sendo que estas têm de conter todas as máquinas presentes nas linhas de produção, bem como as ações de fiscalização que o operário responsável por cada setor da linha irá efetuar em cada uma destas.

A ideia principal seria poder contar com a colaboração do operador com maior conhecimento técnico, de todas as máquinas pertencentes a cada sector da linha de produção, responsabilizando-o pelo preenchimento da *Checklist*, percorrendo cada máquina e validando cada operação previamente definida. A elaboração das operações presentes na *Checklist* envolveu todos os operadores da linha de produção e responsáveis pela manutenção da linha.

A Figura 5.9 apresenta uma das máquinas presentes na *checklist* realizada para o sector de Preparação/Injeção Salmoura da linha de Fiambre.

Ref.	Tipo	Maq. Parada	Responsável	Elemento Máquina	Operações + Valores limite	EPI's	Centro:						Sec
							Semana 25						Sec
							\$	T	Q	Q	\$	\$	T
							19	20	21	22	23	26	27

LFI Preparação/ Injeção Salmoura													
----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Máquina:		29196 - Sistema Preparação Salmouras											
		Operador	Segurança	Verificar a segurança da máquina.									
		Operador	Rolamentos	Verificar ruídos estranhos que possa identificar rolamentos estragados.									
		Operador	Fugas	Verificar se a máquina se encontra com alguma fuga de água ou salmoura.									
		Operador	Sensor	Verificar o sensor do funil									




Figura 5.9 – *Checklist* de Manutenção Autónoma

Analisando a figura constata-se que, relativamente ao responsável pela identificação de possíveis falhas tem-se o Operador. O responsável consegue perceber mais facilmente qual o elemento da máquina que está a tratar ao olhar para a coluna “Elemento Máquina”, se este é de Segurança, Rolamentos, Fugas, Sensor, Ruído e Vibração, Corrente, Óleo, Filtro, entre outras. Na coluna “Operações + Valores limite” o responsável poderá perceber os detalhes da operação a ser executada e valores limite exigidos. Na coluna EPI's é mostrado o ícone relativamente ao equipamento de proteção individual necessário para realizar a operação descrita anteriormente. As colunas posteriores apresentam os dias em que o responsável deve realizar as operações, neste caso foi definido que seria diariamente.

No Anexo II encontra-se parte da *checklist* de modo a melhor compreender o conteúdo nela presente.

Os quadrados em branco situados por baixo de cada dia e afetos a cada operação devem ser preenchidos como a Figura 5.10 sugere.


COMO PREENCHER??	
OK ✓	Máquina está OK
NOK X	Máquina não está OK
O	Máquina está NOK mas sem evolução na anomalia
	Máquina foi reparada, depois do NOK
\	Máquina não trabalhou
	Colaborador não fez a verificação

Figura 5.10 – Como Preencher a *Checklist*

Ainda relativamente a algumas colunas não descritas anteriormente, foram efetuadas as instruções relativas à *Checklist* de modo a que os operadores tivessem sempre que necessário a informação relativa a cada coluna (Figura 5.11).

INSTRUÇÕES	
Máquina	Máquina respectiva para a Manutenção Autônoma
Referência	Etiqueta de referência, opl, manual, etc...
Tipo	 SEGURANÇA
	 INSPEÇÃO
	 LIMPEZA
	 LUBRIFICAÇÃO
Máquina parada	Se for necessária a paragem da linha para executar MA marcar com "X"
EPI's	Mostrar ícone do PPE necessário. Consulte a folha de "PPE"
Ferramentas	Mostrar ícone das ferramentas. Consulte a folha "Ferramentas"
Elemento Máquina	Parte da máquina que vai realizar a Manutenção Autônoma
Operação + Valores limite	Detalhes da operação a ser executada e valores limite exigidos
Calendário	Cor Branco: Realizar Manutenção Autônoma

Figura 5.11 – Instruções da *CheckList*

As *Checklists* foram estruturadas para 4 semanas, sendo que, no final das 4 semanas são recolhidas das linhas de produção e é feito o backup das informações para ficheiro informático, para ser analisado quando necessário, e também para serem criados padrões cíclicos de avarias.

Da análise e monitorização realizadas a esta *Checklist* foram retiradas algumas das conclusões mais importantes resultante da aplicação da Manutenção Autónoma:

- Relativamente aos operadores, é fundamental que percebam a importância de cuidarem das máquinas que operam, aumentando desta forma o sentimento de posse e o seu sentido de responsabilidade, de modo a detetarem antecipadamente as avarias, por forma a que a manutenção da empresa possa atuar, minimizando as paragens não programadas na linha de produção;
- Com o incremento de pequenas tarefas no dia-a-dia dos operadores, a sua função fica mais valorizada e os técnicos de manutenção tem mais tempo disponível para desenvolver e estudar formas de melhorar os equipamentos e facilitar a sua intervenção;
- Redução de falhas e quebras na linha de produção aumentando assim a produtividade da linha;
- A longo prazo, elaborar mediante os dados recolhidos um padrão de avarias, por exemplo, detetar as peças que avariam com um padrão cíclico;
- Permite reduzir os defeitos no processo (retrabalho), bem como as perdas de produto e material;
- Evitar a deterioração do equipamento através de uma operação correta e inspeções diárias;
- Levar o equipamento ao seu estado ideal através de restauração e uma gestão apropriada;
- Estabelecer as condições básicas necessárias para ter a máquina ou equipamento preservados.

5.5.3 Ferramenta 5S e Procedimentos Normalizados

A organização decidiu que a ferramenta 5S já aplicada noutras linhas de produção da fábrica deveria ser aplicada na linha de fiambre, visto que esta metodologia permitiu aumentar a produtividade nas outras linhas.

Inicialmente foi desenvolvido um documento de controlo para executar uma auditoria, este documento teve em consideração os fatores importantes na organização da linha de produção de fiambre.

Realizou-se uma auditoria antes e depois da aplicação dos 5S, com o objetivo de dar a perceber à empresa o ponto de situação da linha de produção ao nível dos 5 Sensos. A auditoria foi realizada tendo em conta os critérios de avaliação da Tabela 5.6.

Posteriormente foram identificados procedimentos que deveriam ser alterados/aprimorados na linha de produção, mais concretamente ao nível de remoção de máquinas que se encontravam na linha sem utilização, assim como materiais/ferramentas que também se encontravam na linha sem qualquer tipo de utilidade.

Subsequentemente, tudo o que era relevante para o processo produtivo foi devidamente colocado no local correto, sendo que, foram efetuadas marcações no piso de modo a definir os locais dos materiais, máquinas, paletes, mesas, para uma maior organização e segurança, foram etiquetados os armários da linha de modo a organizar os materiais que estes continham e por fim realizados procedimentos *standard* de trabalho e manuseamento de máquinas e afixados nas paredes da linha de produção para que ficassem bem visíveis a todos os operários.

Por último, foi realizado um documento com algumas das alterações mais visuais realizadas no decorrer da aplicação da metodologia que permite visualizar o antes e depois das mudanças efetuadas. Este documento chamado de “Auditorias 5S”, tem a principal função de ser preenchido todas as semanas por um operário da fábrica, seja ele ou não daquela linha de produção, sendo que, este operário tem a obrigação de confirmar que a mudança evidenciada na Auditoria está de facto a ser cumprida ou se no momento em que percorreu a linha de produção não se encontra de acordo com o alterado.

A Tabela 5.6 apresenta os parâmetros de avaliação para as auditorias iniciais e finais, realizadas na linha de produção de fiambre da empresa.

Tabela 5.6 – Parâmetros de Avaliação dos 5S's

5S	Nº	Critério de avaliação	Exemplos
1º Senso			
Organização	1.1	Existência de material obsoleto na linha de produção	Recipientes, ferramentas, caixotes, matéria-prima
	1.2	Existência de materiais sem utilização ou com defeito	Meios de transporte, equipamento, limpeza, caixotes
	1.3	Existência de materiais, caixotes de transporte ou paletes desorganizados	Material de armazenamento, carros, caixas
	1.4	Existe equipamento desnecessário na zona de trabalho	Armários, prateleiras, cadeiras, computadores
	1.5	Existe informação desnecessária/irrelevante na área de trabalho	Boletins, instruções, etiquetas erradamente colocadas
2º Senso			
Identificação	2.1	As áreas de trabalho estão identificadas e de acordo com o standard	Zonas de armazenamento, carros, armários logísticos, locais para paletes...
	2.2	Existem marcas/sinais distintos dentro da zona de trabalho	Marcas no chão, zonas proibidas, caminhos, secretárias, paletes, caixas, contentores do lixo...
	2.3	Existem placas de identificação que distinguem zonas de trabalho	Placas de definição de áreas
	2.4	Existem identificações de zonas de arrumação (armários)	Etiquetas dos materiais
3º Senso			
Limpeza	3.1	Os acessos encontram-se desimpedidos e limpos	Zonas de circulação de material
	3.2	Os postos de trabalho estão limpos	Chão, paredes, caixilhos, portas...
	3.3	Os utensílios/equipamentos de trabalho estão limpos	Ferramentas, carros de massas, máquinas...
	3.4	Existem rotinas/planos ou <i>checklists</i> de limpeza	Estas <i>checklists</i> incluem os trabalhos necessários incluindo o seu horário de realização, meios necessários, tempo necessário e padrões de limpeza definidos
	3.5	Estão disponíveis no posto de trabalho todos os materiais de limpeza	Detergentes, vassouras, solventes, equipamento especial...
4º Senso			
Padronização	4.1	Os materiais estão armazenados nos locais atribuídos	Prateleiras, áreas de trabalho, armários e gavetas
	4.2	Existem padrões homogêneos e estão a ser corretamente utilizados	Zonas de armazenamento definidas, quadros de informação standards, as cores utilizadas são standard, identificações standards, identificação das peças
	4.3	Existem planos de limpeza	Definição de um plano para limpeza de alguns componentes de montagem mais sensíveis
	4.4	Existem relatórios para reportar e estão estandardizados	Relatório para reportar alterações ou não conformidades
5º Senso			
Disciplina	5.1	Estão adequadamente treinados para os procedimentos do 5S	Formação a operadores e verificar aplicação correta dos Sensos
	5.2	Existe algum registo da total aceitação dos padrões descritos no ponto 4	Registo de novos procedimentos
	5.3	Os padrões descritos no ponto 4 estão implementados e em melhoria continua	Alteração de procedimentos com base em propostas de melhoria de colaboradores
	5.4	Utiliza-se o sistema de registo de defeitos	Propostas de melhoria do colaborador, atualização

5.5.3.1 1º Auditoria

Como referido anteriormente, começou por se efetuar uma primeira auditoria, que permitiu identificar os pontos que se deviam melhorar bem como avaliar a situação atual da linha de fiambre e comparar com as linhas de produção onde a metodologia já havia sido aplicada. A Tabela 5.7 apresenta os resultados da auditoria 5S inicial efetuada na linha de produção de fiambre. A tabela completa encontra-se no Anexo III.

Tabela 5.7 – 1º Auditoria 5S

5S	Nº	Critério de Avaliação	Pontuação			
			0	5	10	Total
Organização	1.1	Existência de material obsoleto na linha de produção	x			0
	1.2	Existência de materiais sem utilização ou com defeito	x			0
	1.3	Existência de materiais, caixotes de transporte ou paletes desorganizados	x			0
	1.4	Existe equipamento desnecessário na zona de trabalho	x			0
	1.5	Existe informação desnecessária/irrelevante na área de trabalho	x			0
Identificação	2.1	As áreas de trabalho estão identificadas e de acordo com o <i>standard</i>		x		5
	2.2	Existem marcas/sinais distintos dentro da zona de trabalho	x			0
	2.3	Existem placas de identificação que distinguem zonas de trabalho	x			0
	2.4	Existem identificações de zonas de arrumação (armários)	x			0
Limpeza	3.1	Os acessos encontram-se desimpedidos e limpos			x	10
	3.2	Os postos de trabalho estão limpos		x		5
	3.3	Os utensílios/equipamentos de trabalho estão limpos			x	10
	3.4	Existem rotinas/planos ou <i>checklists</i> de limpeza	x			0
	3.5	Estão disponíveis no posto de trabalho todos os materiais de limpeza	x			0
						21,4%

A Tabela 5.8 apresenta a continuação da 1º Auditoria 5S, evidenciando os dois sentidos referentes à padronização e à disciplina, no entanto estes sentidos apresentam pontuação zero, uma vez que esta metodologia nunca tinha sido implementada na linha de produção.

Tabela 5.8 – Continuação da 1ª Auditoria 5S

5S	Nº	Critério de Avaliação	Pontuação			
			0	5	10	Total
Padronização	4.1	Os materiais estão armazenados nos locais atribuídos	x			0
	4.2	Existem padrões homogêneos e estão a ser corretamente utilizados	x			0
	4.3	Existem planos de limpeza	x			0
	4.4	Existem relatórios para reportar e estão estandardizados	x			0
Disciplina	5.1	Estão adequadamente treinados para os procedimentos do 5S	x			0
	5.2	Existe algum registo da total aceitação dos padrões descritos no ponto 4	x			0
	5.3	Os padrões descritos no ponto 4 estão implementados e em melhoria continua	x			0
	5.4	Utiliza-se o sistema de registo de defeitos	x			0

No decorrer da auditoria, foi possível identificar vários problemas de organização básica, como ilustra a *checklist* de auditoria.

Na primeira auditoria o valor obtido foi de 21,4 %, sendo que, apenas se considerou os 3S (Organização, Identificação, Limpeza) visto que esta ferramenta nunca tinha sido aplicada nem nunca tinha sido desenvolvido uma análise nesta linha de produção.

Relativamente ao Senso da Organização e Identificação existe muito trabalho a ser desenvolvido e ao nível da Limpeza, visto ser uma empresa do ramo alimentar a limpeza das máquinas e do espaço de produção é essencial, sendo que esta recorrer a uma empresa subcontratada que gere toda a limpeza da empresa. Assim, ficou decidido que se efetuariam limpezas no interior das máquinas pelos operários numa data a designar.

O peso de cada parâmetro de controlo assume o mesmo fator de ponderação, sendo que a pontuação atribuída pode variar entre 0,5 ou 10. Assim, nos 3 sentidos iniciais tem-se uma escala total de 140 pontos.

5.5.3.2 Implementação de melhorias

Com a aplicação dos 3 primeiros S's, com o objetivo de corrigir algumas lacunas na linha de produção de fiambre, obtiveram-se melhorias que são evidenciadas pelo conjunto de fotos que se seguem.

Constatou-se que muitos dos portões existentes na linha eram deixados abertos, o que fazia com que houvesse perdas de frio, colocando em causa a qualidade do produto (Figura 5.12).



Figura 5.12 – Portões de Camaras Frigorificas ou Separação de Zonas

Os sacos do lixo não tinham um local definido, eram colocados em máquinas. Foram colocados na linha de produção suportes para sacos, facilitando desta forma a higienização e limpeza do espaço (Figura 5.13)



Figura 5.13 – Sacos do lixo

Na Figura 5.14, a imagem da esquerda apresenta aventais que eram deixados em qualquer lugar, sendo que, passaram a ser colocados em suportes colocados numa zona da linha de produção (figura da direita), permitindo desta forma o sentido de arrumação e organização.



Figura 5.14 – Aventais

Na figura 5.15, na imagem da esquerda as ferramentas eram deixadas em locais inapropriados, daí a necessidade de organização levando à colocação de suporte na linha por forma a proteger a ferramenta e organizar o espaço de trabalho.



Figura 5.15 – Ferramenta

Os contentores deverão estar sempre protegidos para evitar contaminações, sendo que, apesar de esta medida já estar adotada aquando da aplicação da metodologia, nunca é demais relembrar devido á importância da manutenção da qualidade e excelência do produto (Figura 5.16)



Figura 5.16 – Contentor de transporte

O pavimento da linha de produção deve conter o mínimo de água possível para evitar acidentes, protegendo desta forma a segurança dos colaboradores na sua zona de trabalho (Figura 5.17)



Figura 5.17 – Pavimento

As ventosas devem ser sempre colocadas no suporte para esse efeito após a sua utilização (Figura 5.18).



Figura 5.18 – Ventosas

O espaço de acesso ao extintor deve estar sempre desimpedido, facilitando o seu alcance em caso de necessidade ou emergência (Figura 5.19).

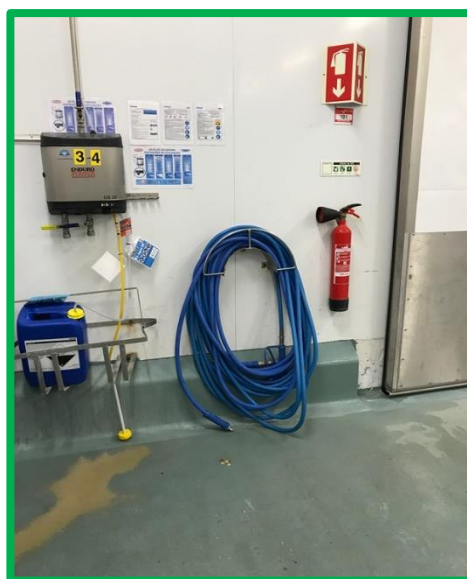


Figura 5.19 – Extintor

As ferramentas de limpeza devem ser colocadas em suportes para o efeito e não no chão (Figura 5.20).



Figura 5.20 – Ferramentas de Limpeza

O chão junto á formadora de caixas deve estar limpo, as caixas defeituosas devem ser colocadas em contentor vermelho (Figura 5.21).

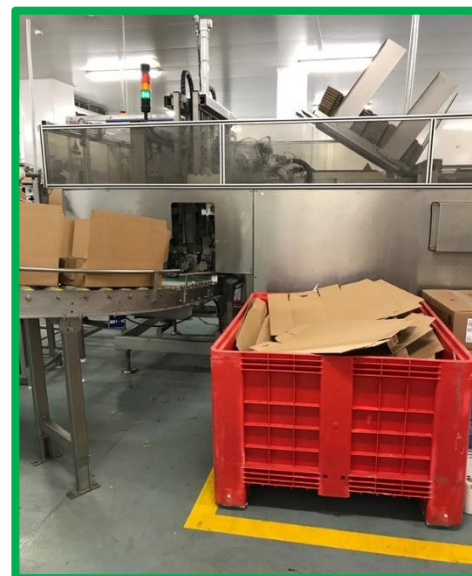


Figura 5.21 – Caixas

As gavetas (Figura 5.22) não devem estar em contacto com o chão, sendo que, foi construído um suporte para estas gavetas, bem como feita a identificação do propósito desta gaveta na linha de produção.



Figura 5.22 – Gavetas

Os rolos (Figura 5.23) devem estar arrumados no sítio correto e não em cima das máquinas.



Figura 5.23 – Rolos

As paletes (Figura 5.24) devem estar colocadas nas marcações que foram efetuadas para esse efeito afim de facilitar a organização do espaço, higienização e a existência de acidentes.



Figura 5.24 – Paletes

5.5.3.3 Listagem de Melhorias

Nem todas as hipóteses de melhoria foram realizadas no imediato, visto que, todo o processo envolve um dispêndio de tempo por parte dos colaboradores. Assim, foi necessário criar um documento em que constassem as melhorias que teriam que ser efetuadas no futuro. Essas melhorias encontram-se descritas abaixo.

Na sala de injeção encontra-se o suporte da Figura 5.25, sendo que, este não tem qualquer utilização, apenas está a ocupar espaço na linha de produção. A proposta de melhoria para pela sua remoção da linha.



Figura 5.25 – Suporte

Na sala de enchimento/enformagem verificou-se que o teclado (Figura 5.26) não cabe no suporte que se encontra por debaixo do monitor, assim a proposta de melhoria seria alterar as dimensões do suporte, para ganharmos espaço na mesa que serve de apoio à escrita.



Figura 5.26 – Suporte para Teclado

Ainda na mesma sala, a máquina presente do lado esquerdo da Figura 5.27 não tem qualquer utilidade, por outro lado, a máquina do lado esquerdo denominada *Cutter* é utilizada praticamente todos os dias pelos operários desta linha, contudo encontra-se distante do local em que é necessária. A proposta de melhoria seria a colocação do *Cutter* ao invés da outra máquina, permitindo assim poupar cerca de 20 viagens por dia em que os operadores empurram carrinhos com massa pelos corredores da fábrica.



Figura 5.27 - Máquinas

Por último, ainda na mesma sala encontra-se material (Figura 5.28) que não é utilizado. A proposta passa pela sua remoção da linha.



Figura 5.28 - Material

Na sala de desenformagem podemos constatar através da Figura 5.29 que os sacos são colocados dentro de uma caixa branca que está sob um carro, assim a proposta de melhoria passaria por um suporte para sacos que se adeque ao posto de trabalho.

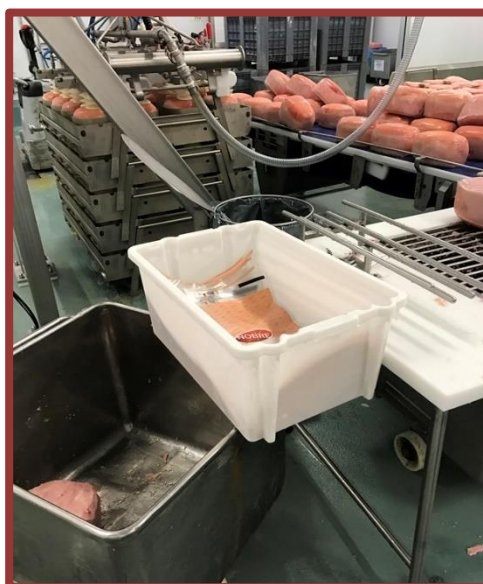


Figura 5.29 – Sacos

Ainda na sala de desenformagem foi detetado um problema (Figura 5.30) que fazia com que a passadeira se danificasse, material este de elevado custo. Os operários ao movimentarem os palotes por vezes encostavam o palote à passadeira fazendo com que partissem partes desta. A proposta de melhoria passa pela implementação de uma peça metálica que impedisse o palote de encostar à passadeira.

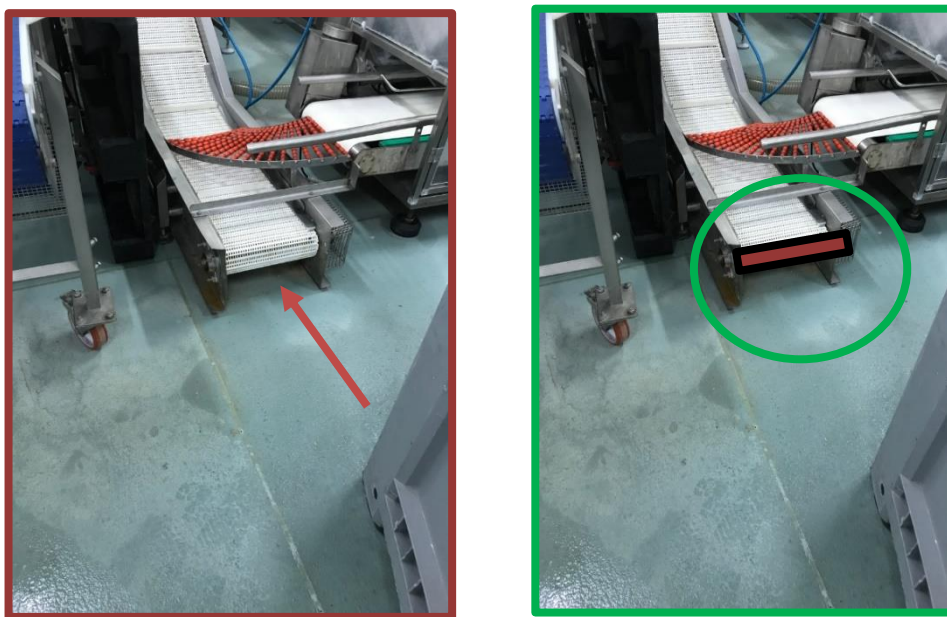


Figura 5.30 - Passadeira

5.5.3.4 Gestão Visual

A gestão visual é uma das etapas importantes na aplicação da Metodologia 5S, pois é através dos olhos que é possível absorver a maior parte da informação de forma rápida, desde que esta lhes seja fornecida de forma adequada. Assim, é fundamental, transformar informação relevante para um formato visualmente apelativo.

De modo a aplicar a gestão visual é fundamental que a área de trabalho esteja isenta de “ruído” e desperdícios, para isso já foram efetuadas as mudanças anteriormente descritas.

Abaixo serão ilustradas as mudanças visuais efetuadas na linha de produção.

Colocação de etiquetas (Figura 5.31) com a descrição dos produtos que se encontram presentes nos armários da linha.



Figura 5.31 – Etiqueta

Identificação de todo o material presente nas paletes que se encontram na linha de produção (Figura 5.32)



Figura 5.32 – Identificações

Colocação de um Quadro de Controlo de Performance (Figura 5.33), onde são colocados vários gráficos relativamente a índices de Segurança, Qualidade, Produtividade, Planeamento, Recursos Humanos, e outros projetos em desenvolvimento.

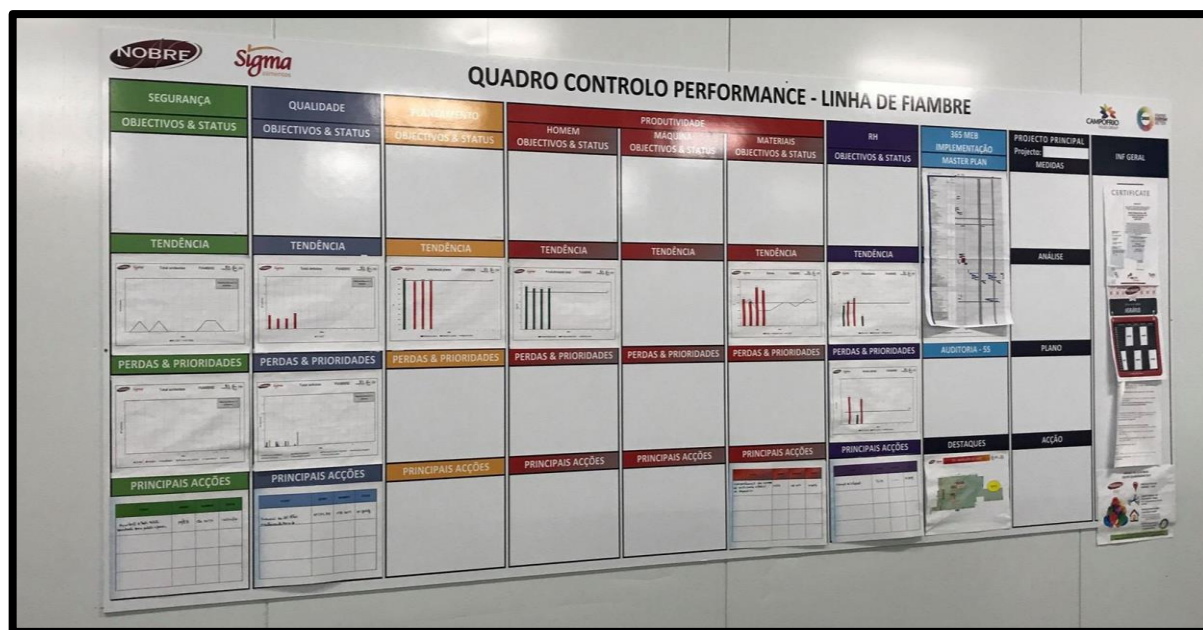


Figura 5.33 – Quadro Controlo Performance

Foram efetuadas marcações de áreas de trabalho e zonas de paletes, sendo que, estas delimitações permitem a boa organização do local de trabalho (Figura 5.34).

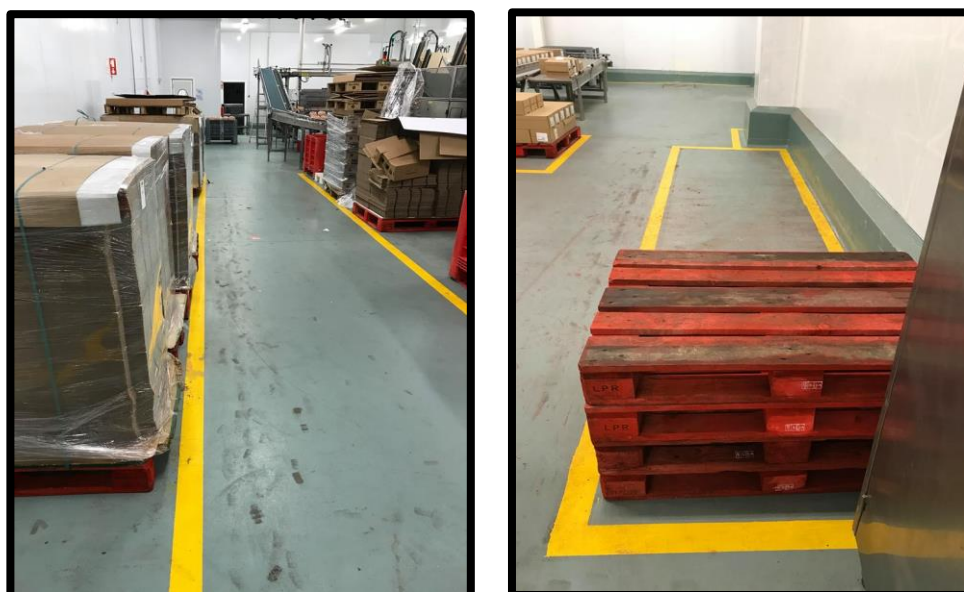


Figura 5.34 – Marcações das Zonas

Em toda a linha de produção é importante manter as portas fechadas, a importância é reforçada pelas consequências descritas (Figura 5.35).

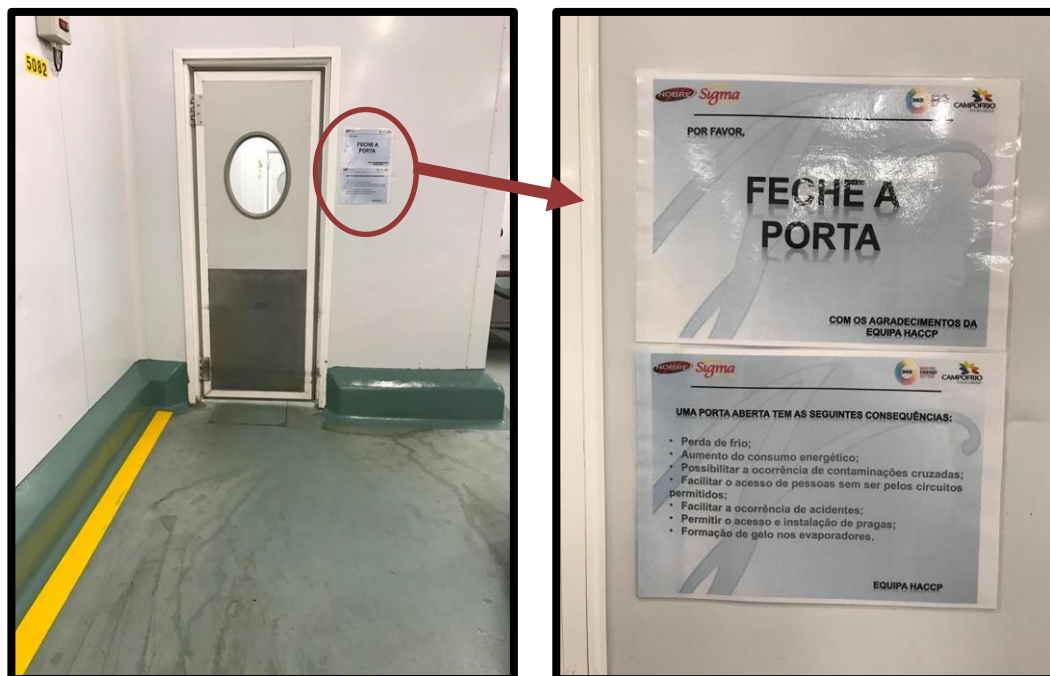


Figura 5.35 – Regras

Colocação na linha de produção de folhas informativas (Figura 5.36) relacionadas com a utilização das máquinas, sendo que, esta medida de disponibilização de como executar tarefas junto dos postos de trabalho é uma excelente ajuda numa fase inicial até alcançar a rotina.

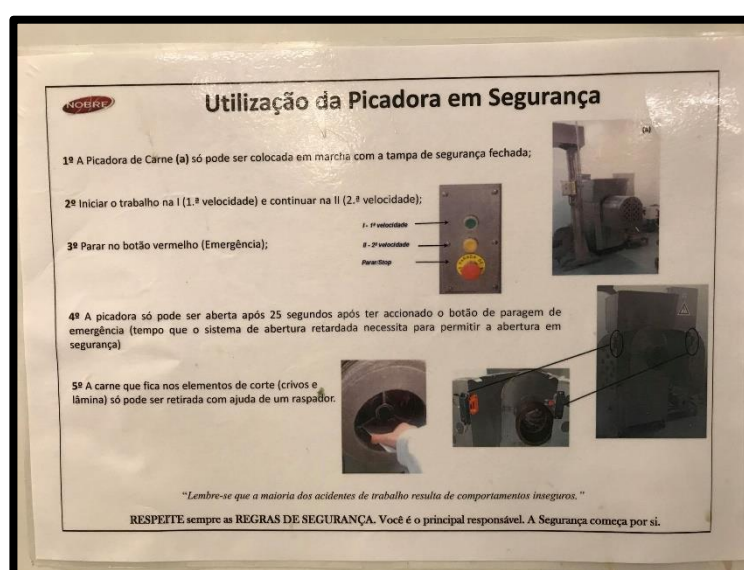


Figura 5.36 – Procedimentos

5.5.3.5 Auditoria Final

A aplicação dos 3 primeiros sensois contou com a participação de todos os colaboradores, o resultado foi extremamente satisfatório, como podemos verificar pela Tabela 5.9 que evidencia todas as mudanças que foram referidas anteriormente através de pontuações. A tabela completa encontra-se no Anexo IV.

Tabela 5.9 – Auditoria Final

5S	Nº	Critério de Avaliação	Pontuação			
			0	5	10	Total
Organização	1.1	Existência de material obsoleto na linha de produção			x	10
	1.2	Existência de materiais sem utilização ou com defeito			x	10
	1.3	Existência de materiais, caixotes de transporte ou paletes desorganizados			x	10
	1.4	Existe equipamento desnecessário na zona de trabalho		x		5
	1.5	Existe informação desnecessária/irrelevante na área de trabalho			x	10
Identificação	2.1	As áreas de trabalho estão identificadas e de acordo com o standard		x		5
	2.2	Existem marcas/sinais distintos dentro da zona de trabalho			x	10
	2.3	Existem placas de identificação que distinguem zonas de trabalho			x	10
	2.4	Existem identificações de zonas de arrumação (armários)			x	10
Limpeza	3.1	Os acessos encontram-se desimpedidos e limpos			x	10
	3.2	Os postos de trabalho estão limpos		x		5
	3.3	Os utensílios/equipamentos de trabalho estão limpos			x	10
	3.4	Existem rotinas/planos ou <i>checklists</i> de limpeza	x			0
	3.5	Estão disponíveis no posto de trabalho todos os materiais de limpeza	x			0
						75,0%

Como se pode constatar houve um aumento de melhoria de 53,6%, passando de 21,4% iniciais para 75%, sendo que, o mais importante será a empresa manter e melhorar esta linha de produção, assim como expandir às restantes zonas da fábrica.

5.5.3.6 Manual de Auditorias 5S

De modo a haver um controlo semanal das mudanças efetuadas, foi efetuado um Manual de Auditorias com as alterações que já se encontram em vigor de modo a que um colaborador escolhido ao acaso, sendo que todas as semanas será um diferente, percorra a linha de fiambre e faça a sua verificação das mudanças tendo em conta o manual.

O exemplo ilustrativo deste manual encontra-se presente no Anexo V.

5.5.3.7 Principais Benefícios da Aplicação da Metodologia 5S

Com a aplicação da metodologia 5S na linha de fiambre a empresa conseguiu alcançar resultados mais positivos, como se verificou pela comparação da auditoria realizada antes e depois das melhorias.

A metodologia 5S trouxe à linha vários benefícios, dos quais convém salientar os seguintes:

- Contribui para que os colaboradores se sintam mais motivados nos seus postos de trabalho;
- Facilita e melhora a manutenção dos equipamentos;
- Melhora a produtividade;
- Aumenta a segurança e as condições de higiene e de saúde;
- Possibilita a obtenção de mais espaço no local de trabalho;
- Permite a obtenção de resultados a curto prazo;
- Permite que a empresa possa iniciar projetos novos, mais complexos (a linha de produção irá encontrar-se sempre organizada para a visita de clientes, ajudando, assim, a promover novos negócios).

Por outro lado, os 5S conseguiu envolver comportamentos de auto-organização como “se abri, fecho”; “se acendi, apago”; “se ligo, desligo”; “se desarrumo, arrumo”; “se sujo, limpo”; “se peço emprestado, devolvo”.

Os 5S são, sobretudo, um processo que deve envolver todos os agentes produtivos, permitindo também alterar hábitos e atitudes terminando com a resistência, favorecendo a mudança e a melhoria contínua.

5.5.4 *One Point Lesson*

Como já foi referido anteriormente, através da análise dos problemas identificados pelos colaboradores, tornou-se evidente as dificuldades que os mesmos demonstravam em executar certas operações, tais como trocar componentes, em caso de avaria de uma máquina, ou executar tarefas de manutenção autónoma mais complexas.

A dificuldade em manusear determinados equipamentos por falta de conhecimento de certas instruções e operações essenciais para o bom e rápido desempenho do colaborador, tornou evidente que essas lacunas iriam decerto, prejudicar o normal funcionamento da linha de produção, pondo em causa os objetivos a atingir e consequentemente a produtividade da linha de fiambre.

Assim, considerou-se urgente e imperativo elaborar um documento que agilizasse todo o processo de manuseamento e todas as tarefas que implicassem laborar com as ferramentas e maquinaria da linha, criando-se as *One Point Lessons*, em português, lições ponto a ponto, criando um esquema descritivo de todas as etapas a executar, quer ao nível do arranque, paragem, montagem, desmontagem, quer ao nível da lubrificação, parafinação, limpeza.



As OPL's criadas tinham como objetivo principal transmitir, de uma forma rápida, clara e objetiva, as instruções a seguir no manuseamento dos equipamentos permitindo minimizar o tempo de execução, evitando erros, permitindo também que os colaboradores ficassem mais aptos e mais confiantes aquando da execução das tarefas evitando seguramente riscos de acidentes e deterioração dos equipamentos.

Os diferentes tipos de OPL são constituídos por folhas com informações básicas essenciais, tais como *know-how* dos métodos, manutenção de atividades como por exemplo, mudança de filtro, pequenas reparações de máquinas e funções de limpeza, controlo e lubrificação.

As OPL são um manual de orientação de relevo, permitindo esclarecer e transmitir conhecimentos para uma melhor compreensão do funcionamento das máquinas e das linhas, aumentando assim a proficiência de todos os operários da linha de produção de fiambre, visto que seria impossível garantir o tempo suficiente de formação aos trabalhadores da linha em simultâneo, e ainda se as rotinas não forem executadas com alguma regularidade e de forma sistemática acabam por cair em esquecimento. Assim, o estudo durante o trabalho diário, como durante as reuniões da manhã ou noutros momentos, é altamente eficaz usando *One Point Lessons*.

Posto isto, passou-se à elaboração de um manual com lições ponto a ponto, organizado primeiro por equipamento e depois por processo. Na figura 5.37, está ilustrada uma parte de uma OPL, realizada para um detetor de metais presente na linha de produção, que explica o processo de arranque do mesmo.


Outros exemplos de OPL's encontram-se presentes no Anexo VI.

		OPL					
Tema	28811 - Detetor de Metais 350x200					OPL	03-28811-08
Área	Linha Fiambre		Preparada por	Pedro Rodrigo		Data	21/02/2017
Classificação	Segurança	Qualidade	M. Ambiente	Serviço	Melhoria	Instrução Básica	X

DETECTOR DE METAIS 350x200

Processo de Arranque:

1. Ligar o botão ;



2. Carregar no botão azul (rearmar);




Figura 5.37 – Exemplo de uma OPL

5.5.4.1 Principais Benefícios da Aplicação das *One Point Lessons*

A aplicação das lições ponto a ponto permitiu construir um manual com todas as lições necessárias relativas a todos os equipamentos presentes na linha. Estas lições ajudam os colaboradores a auto formarem-se, sem necessidade de parar a totalidade da linha de produção para introduzir horas de formação que podem acabar por cair em esquecimento se não forem aplicadas na prática. Assim, sempre que necessário o colaborador pode instruir-se e tirar dúvidas usando este manual. O operário fica capacitado a fazer quer tarefas de manutenção básicas, quer tarefas de montagem e desmontagem de peças necessárias ao funcionamento dos equipamentos, bem como a operar o equipamento. Sendo que isto contribui imenso tanto para a segurança do operador como para o correto funcionamento do equipamento, assim como para a fiabilidade do mesmo.

5.5.5 Modelo de Kano

No fim de aplicadas todas estas melhorias, tornou-se importante perceber o nível de satisfação que estas teriam provocado nos clientes, que neste caso são os colaboradores da linha de produção de fiambre.

Desta forma, foi utilizado o Modelo de Kano para identificar os fatores com maior influencia na alteração da satisfação dos colaboradores. Foi para isso desenvolvido um questionário, apresentado no Anexo VII, aos colaboradores afetos à linha de produção, que permitiu recolher a sua opinião relativamente aos seguintes fatores:

- O seu nível de motivação a trabalhar aumentou;
- O seu nível de motivação a trabalhar não aumentou;
- Consegue realizar as tarefas em menos tempo;
- Não consegue realizar as tarefas em menos tempo;
- As ferramentas e materiais necessários ao seu trabalho encontram-se mais organizados;
- As ferramentas e materiais necessários ao seu trabalho não se encontram mais organizados;
- Utiliza as lições ponto a ponto ou OPL's;
- Não utiliza as lições ponto a ponto ou OPL's;

- Consegue movimentar-se mais rapidamente de um local para outro na linha;
- Não consegue movimentar-se mais rapidamente de um local para outro na linha;
- As máquinas avariavam menos;
- As máquinas não avariavam menos;
- Sente que pode ser útil na manutenção das máquinas;
- Sente que não pode ser útil na manutenção das máquinas;
- Sente que está mais seguro ao trabalhar no seu posto de trabalho;
- Sente que não está mais seguro ao trabalhar no seu posto de trabalho.

É de realçar que para cada questão funcional, havia uma outra com uma perspetiva disfuncional, como se pode verificar pelo Anexo VII e para que fosse possível interpretar os resultados decorrentes da análise do questionário, considerou-se a matriz de classificação de respostas, também presente no Anexo VII, através destas tabelas foi possível realizar uma análise mais aprofundada, permitindo obter os resultados que se verificam na Tabela 5.10. Para tal é necessário ter em conta o significado dos seguintes indicadores:

- L – Atributo Linear;
- A – Atributo Atrativo;
- O – Atributo Obrigatório;
- I – Atributo Indiferente;
- C – Atributo Contraditório;
- Q – Atributo Questionável.

Tabela 5.10 – Resultados da Aplicação dos Inquéritos de Modelo de Kano

Atributos		L (%)	A (%)	O (%)	I (%)	C (%)	Q (%)	Total (%)	Atributo
Questão 1	Nível de motivação	40,0	23,8	8,8	6,3	11,3	10,0	100,0	Linear
Questão 2	Tarefas realizadas em menos tempo	11,3	45,0	13,8	13,8	16,3	0,0	100,0	Atrativo
Questão 3	Ferramentas e materiais organizados	11,3	6,3	75,0	2,5	1,3	3,8	100,0	Obrigatório
Questão 4	Lições ponto a ponto/OPL's úteis	2,5	55,0	26,3	5,0	5,0	6,3	100,0	Atrativo
Questão 5	Movimentações mais rápidas no local de trabalho	20,0	18,8	17,5	37,5	6,3	0,0	100,0	Indiferente
Questão 6	Máquinas avariaram menos	17,5	16,3	31,3	16,3	6,3	12,5	100,0	Obrigatório
Questão 7	Ajuda na Manutenção das máquinas	13,8	16,3	16,3	40,0	6,3	7,5	100,0	Indiferente
Questão 8	Maior segurança no posto de trabalho	2,5	45,0	28,8	6,3	8,8	8,8	100,0	Atrativo

Na Figura 5.38, pode-se analisar os atributos que os colaboradores salientaram como importantes, categorizados segundo o modelo de Kano.

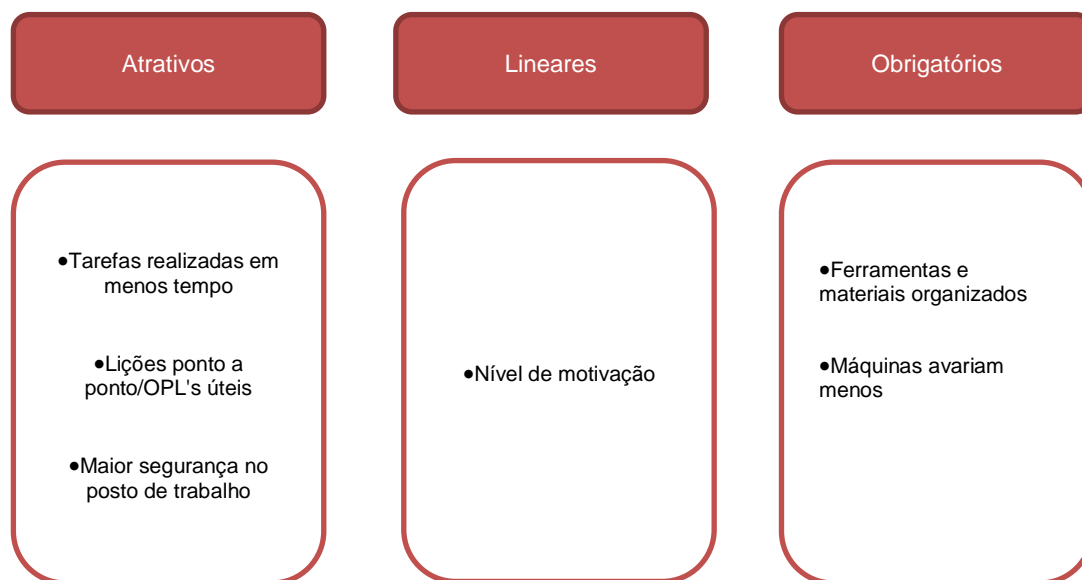


Figura 5.38 – Atributos Críticos para o Cliente, Segundo o Modelo de Kano

Os Atributos Atrativos são aqueles que os colaboradores consideram como não sendo relevantes para o progresso do processo, contudo valorize a existência do atributo. Assim, tendo em conta a análise que foi desenvolvida, concluiu-se que o colaborador considera como um atributo que acrescenta valor

o facto das suas tarefas diárias serem realizadas em menor tempo, as lições ponto a ponto/OPL's e por último uma maior segurança no desenrolar das suas funções no posto de trabalho.

Em relação a atributos que estão diretamente relacionados com a satisfação imediata dos colaboradores, determinou-se que é crescente quanto melhor for o seu nível de motivação.

Relativamente a atributos que o cliente considerou como fundamentais existirem, são as ferramentas e materiais organizados nos seus postos de trabalho e linha de produção, bem como as máquinas ou equipamentos avariarem com menor frequência. Estes atributos contribuem para a satisfação do colaborador se estiverem presentes no processo, causando insatisfação se não estiverem presentes no processo.

Os atributos que causaram indiferença aos colaboradores foram as movimentações mais rápidas no local de trabalho e a ajuda que estes poderiam dar na manutenção das máquinas, sendo que relativamente à primeira, causa algum espanto a indiferença, visto que iria permitir o colaborador poder circular livremente de forma mais tranquila e sujeito a menos perigos.

No cômputo geral é de salientar que as melhorias efetuadas contribuíram para que o colaborador se sentisse melhor e mais confiante no desempenho das suas funções, assim como acentuar o sentimento de posse em relação às máquinas, uma vez que cada vez mais interagem com estas, não só ao nível da produção, mas também ao nível da manutenção, lubrificação, quer ao nível de pequenos ajustes ou mesmo preenchimento de ordens de trabalho até então realizadas exclusivamente pelos colaboradores afetos ao departamento de manutenção da empresa.

Por fim, de referir que o Modelo de Kano também poderia ter sido utilizado anteriormente à aplicação das melhorias para confirmar que estas iriam de encontro ao que a empresa pretendia, sendo que neste caso optou-se por o utilizar apenas aquando do término da aplicação das melhorias.

6 Conclusões Finais

Neste capítulo são evidenciadas as conclusões finais do estudo efetuado, bem como o resultado e os contributos da implementação da metodologia *TRIZ* e da filosofia *Lean* para a empresa Nobre Alimentação, Lda. Por fim, serão indicadas propostas para trabalhos futuros que possam dar continuidade ao projeto desenvolvido.

6.1 Considerações Finais e Resultados

Num mercado altamente competitivo, o sucesso das organizações, depende cada vez mais da adoção de práticas inovadoras e metodologias que permitam ultrapassar a concorrência, melhorando continuamente, quer os seus processos produtivos, quer a qualidade do produto, tendo em conta as necessidades dos clientes. Perante esta conjuntura atual, a implementação da filosofia *Lean*, aliada às técnicas de resolução inventiva de problemas da metodologia *TRIZ*, pressupõe a criação de soluções inovadoras para problemas detetados, criando vantagem competitiva para a empresa.

O estudo foi desenvolvido numa linha de produção de fiambre, composta por inúmera maquinaria, que no momento da elaboração deste trabalho estava com um nível de produção superior ao habitual, devido ao aumento de pedidos por parte dos clientes. Assim, tendo como objetivo melhorar a qualidade da produção e reduzir os desperdícios, considerando possíveis avarias e algumas lacunas no que respeita aos métodos aplicados, surgiu a necessidade de aplicar metodologias que fossem de encontro às expectativas da empresa.

Primeiramente, foi desenvolvido um modelo de melhoria contínua, que permitiu seguir uma ordem lógica, desde a identificação dos problemas, passando pelas causas até conseguir estruturar e implementar as melhorias que aumentassem o nível de idealidade do sistema, e daí perceber se seriam benéficas, quer para os colaboradores, quer para a empresa no geral.

Posto isto, o estudo efetuado teve sempre por base o modelo definido. Começou-se por acompanhar o dia de trabalho na linha de produção, sendo que se identificaram os primeiros problemas através de observação direta, recorrendo também ao *brainstorming* informal, com os operários no chão de fábrica, com os quais fui tendo a real perceção dos seus problemas no decorrer das suas tarefas diárias, e ainda ao *brainstorming* formal nas reuniões diárias da equipa de *Lean* contando com a colaboração da Engenheira responsável pela linha, e com o Engenheiro responsável pela produção e meu supervisor, à data da realização do meu estudo. Seguidamente, foram efetuados questionários aos colaboradores da linha, tendo em vista a identificação dos problemas que mais condicionavam o seu desempenho no decorrer do seu dia de trabalho. Contudo nem todos os problemas identificados estavam bem explícitos, sendo por isso necessário, perceber quais eram realmente as causas, tendo sido utilizada

a ferramenta dos 5 Porquês, tendo em vista a identificação de todas as causas para os problemas identificados. De seguida, foi efetuada uma triagem desses mesmos problemas, recorrendo ao Diagrama de Pareto, tendo sido escolhido aproximadamente 44% dos problemas identificados que correspondem a 77,8 % das preocupações dos colaboradores.

Um dos problemas identificados diz respeito às paragens de linha, resultantes de pequenas avarias ou necessidades de substituição de peças. Utilizando a ferramenta Análise Substância-Campo, foi possível identificar uma solução inventiva para o problema em causa, a Manutenção Autónoma.

O segundo problema identificado prende-se com a limpeza, arrumação, organização e definição de procedimentos normalizados e sistematizados, de modo a facilitar as operações nas máquinas, reduzir perdas de material e otimizar o tempo empregue nas tarefas. Considerou-se que este não seria um problema complexo e foi decidido implementar a metodologia 5S e procedimentos normalizados.

O terceiro e último problema identificado foi a falta de formação, sendo que, mesmo que tivessem formação isso iria implicar paragens da linha de produção por horas que iriam prejudicar a produtividade da empresa. Este problema foi definido como complexo e por isso foi utilizada a ferramenta Matriz de Contradições, onde se definiu como característica a ser melhorada a “Conveniência de uso”, uma vez que queríamos que todos os colaboradores soubessem operar toda e qualquer máquina presente na linha, tendo como parâmetro que é deteriorado a “Perda de tempo”, uma vez que essa formação iria fazer com que se perdesse tempo de produção. Como conclusão obtiveram-se quatro princípios inventivos capazes de resolver o problema, sendo que, apenas um destes fez sentido aplicar, a ação prévia. Este princípio inventivo permitiu organizar informação, e criar as lições ponto a ponto (OPL's), com toda a informação sintetizada referente às máquinas presentes na linha.

Sendo assim, as melhorias propostas foram a manutenção autónoma, a metodologia 5S e procedimentos normalizados, e por último as *One Point Lessons* (lições ponto a ponto).

Seguidamente, foi analisado o nível de idealidade destas propostas de melhoria, afim de perceber se estas aumentariam a idealidade do sistema e por conseguinte, pudessem ser aplicadas. Tendo em conta os parâmetros de maior interesse para a empresa, foi definida a idealidade do sistema como sendo 0,31. A implementação da melhoria manutenção autónoma iria aumentar a idealidade do sistema para 0,42. A implementação da melhoria metodologia 5S e procedimentos normalizados iria aumentar a idealidade do sistema para 0,7 e por fim a implementação das OPL's iria aumentar a idealidade do sistema para 0,89. A aplicação das três soluções em simultâneo, aumentou a idealidade do sistema de 0,31 para 1,83.

Considerando os resultados acima descritos, passou-se da teoria à prática, implementando as melhorias propostas. Começou-se pelas *checklists* de manutenção autónoma, sendo que estas contêm a descrição de todas as máquinas presentes na linha, sendo que estas *checklists* são utilizadas diariamente pelo responsável de cada secção da linha de produção de fiambre, constituindo na sua totalidade 7 *checklists*, afetas a 5 responsáveis de secção. Estas são preenchidas diariamente de modo a mais facilmente se identificarem avarias ou peças com desgaste a necessitar de serem trocadas, sendo que, todos os meses as *checklists* são recolhidas e entregues novas listas. A informação recolhida das *checklists* é informatizada para poder ser analisada, de modo a serem criados eventuais padrões de avaria, ou seja, por exemplo conseguirem prever com antecedência quando um tapete se vai partir apenas pelo facto de já estar na linha há tempo suficiente.

De seguida, foi implementada a metodologia 5S e alguns procedimentos normalizados. Numa fase inicial foi realizada uma auditoria, permitindo à empresa perceber o nível de organização, identificação, limpeza e padronização. A auditoria foi realizada tendo em conta um conjunto de parâmetros previamente definidos, sendo que o valor obtido foi de 21,4%, muito abaixo do razoável. Posto isto, foram efetuadas melhorias na linha de produção que estão evidenciadas nas figuras apresentadas no capítulo 5. À medida que as melhorias iam sendo realizadas foi elaborada uma listagem, que continha propostas só possíveis de concretizar a longo prazo. Na fase posterior à implementação da metodologia, foi realizada uma auditoria final, sendo que o valor obtido foi de 75%, muito acima dos 21,4% iniciais. Constatou-se um aumento de 53,6%, pois com esta melhoria, conseguiu-se obter mais espaço no local de trabalho, maior arrumação, identificações das ferramentas e materiais necessários à produção, criando maior motivação junto dos colaboradores e consequente aumento da produtividade por parte dos colaboradores, um aumento da segurança, condições de higiene, e ainda contribuiu para que a empresa conseguisse iniciar novos projetos, na medida em que os clientes ao visitarem a linha a encontrassem sempre bastante organizada. Finalmente, ainda foi realizado um manual de auditorias 5S que permite que todas as semanas um colaborador da empresa, verifique que as mudanças efetuadas estão a ser cumpridas por todos.

A última melhoria implementada foi a criação das *One Point Lessons*, em português, lições ponto a ponto, que consiste num manual com a descrição de todas as máquinas presentes na linha, que descreve os procedimentos de montagem, desmontagem, lubrificação, parafinação, arranque, paragem, segurança. Este manual com lições ponto a ponto ajuda o colaborador na sua formação, quando sentir essa necessidade, evitando a paragem da totalidade da linha de produção, para que todos os colaboradores possam ter acesso imediato e em qualquer altura aos procedimentos quando sentirem essa necessidade. Estas lições, contribuem tanto para o correto funcionamento do equipamento, como para a fiabilidade do mesmo, assim como para a segurança do operador.

Tendo em conta as melhorias implementadas, avaliou-se a satisfação dos colaboradores recorrendo ao Modelo de Kano, sendo que no cômputo geral é de salientar que as melhorias efetuadas contribuíram para que o colaborador se sentisse melhor e mais confiante no desempenho das suas funções, assim como acentuar o sentimento de posse em relação às máquinas, visto que cada vez mais interagem com estas, não só ao nível da produção, mas também ao nível da manutenção, lubrificação, e ao nível de pequenos ajustes ou mesmo preenchimento de ordens de trabalho até então realizadas exclusivamente pelos colaboradores afetos ao departamento de manutenção da empresa.

No decorrer deste estudo, verificou-se que o entrave à implementação de técnicas inovadoras é principalmente a resistência à mudança por parte dos colaboradores da empresa. As mudanças bem-sucedidas dependem da forma como a mudança é implementada. Apesar da organização estar mobilizada em torno desta iniciativa, ainda é preciso entender melhor o compromisso da liderança para manter a atenção das pessoas, visto que estas tendem a mudar se forem acompanhadas e guiadas, e não mandadas. Uma das formas de solucionar esta questão é melhorando a formação fornecida aos participantes, de forma a atingirem maior autonomia e diminuir assim a necessidade de ajuda externa.

Desta forma, conclui-se que o trabalho desenvolvido teve um impacto positivo na linha de produção de fiambre, permitindo não só um aumento da produtividade, como também a redução de desperdícios e o aumento da disciplina nos métodos de trabalho, nunca esquecendo a satisfação dos colaboradores no desempenho das suas funções na linha de produção.

6.2 Propostas para Trabalhos Futuros

No decorrer deste estudo, foi possível identificar oportunidades para trabalhos futuros na melhoria de processos na linha de fiambre, bem como a aplicação das mesmas metodologias noutras linhas de produção da empresa. Como a própria filosofia defende, deve-se procurar sempre os pontos a melhorar num processo contínuo de aprendizagem em busca da perfeição.

Recomenda-se que a empresa dê continuidade à aplicação das ferramentas *Lean* e TRIZ alargando a sua utilização a todas as linhas de produção, bem como ao escritório (parte administrativa). Será também importante que a empresa invista em formação, nomeadamente em inovação sistemática, envolvendo todos os responsáveis da produção, do planeamento e até mesmo aos técnicos e operadores.

Pretende-se que este estudo sirva de base para futuros estudos de implementação da filosofia *Lean* a outras linhas de produção e que incentive as empresas a adotar estas estratégias para diminuição de desperdícios e consequentemente o aumento do rendimento, do lucro financeiro e da taxa de retorno.

Bibliografia

- Ablanedo-Rosas, J. H., Alidaee, B., Moreno, J. C., & Urbina, J. (2010). Quality improvement supported by the 5S, an empirical case study of Mexican organisations. *International Journal of Production*, 48(23), 7063-7087.
- Altshuller, G. (1999). *Tools of Classical Triz*. Southfield: Ideation International Incorporated.
- Altshuller, G. (2001). *40 Principles - TRIZ Keys to Technical Innovation*. Technical Innovation Center.
- Antony, J. (2010). Six Sigma vs Lean - some perspectives from leading academics and practitioners. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 60(2), 185-190.
- Aziz, R. F., & Hafez, S. M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), 679-695.
- Belski, I. (2011). *TRIZ Course Enhances Thinking and Problem Solving Skills of Engineering Students* (Vol. 9). Procedia Engineering.
- Boris, S. (2006). *Total Productive Maintenance*. New York: McGraw-Hill.
- Brook, Q. (2010). *Lean Six Sigma & Minitab: The Complete Toolbox Guide for all Lean Six Sigma Practitioners* (3^a ed.). OPEX Resources Ltd.
- Demeter, K., & Matyusz, Z. (2011). The impact of lean practices on inventory turnover. *International Journal of Production Economics*, 133, 154-163.
- Didelet, F., & Viegas, J. C. (2003). *Manutenção*. Escola Superior de Tecnologia de Setúbal.
- Duguay, C. R., Landry, S., & Pasin, F. (1997). From mass production to flexible/agile production. *Internacional Journal Of Operations & Production Management*, 17(12), 1183-1195.
- Emiliani, B., Stec, D., Grasso, L., & Stodder, J. (2007). *Facility layout problems: A survey* (2^a ed.). Wethersfield: The Center of Lean Business Management, LLC.



- Fey, V., & Rivin, E. (1997). *The Science of Innovation: A Managerial Overview of TRIZ Methodology* (Vol. 15). Southfield: TRIZ Group.
- Fogliatto, F. S., & Ribeiro, J. L. (2009). *Confiabilidade e Manutenção Industrial*. São Paulo: Elsevier.
- Fresner, J., Jantschgi, J., Birkel, S., Bärnthaler, J., & Krenn, C. (2010). The theory of inventive problem solving (TRIZ) as option generation tool within cleaner production projects. *Journal of Cleaner Production*, 18(2), pp. 128-136.
- Gadd, K. (2011). *TRIZ For Engineers: Enabling Inventive Problem Solving* (1ª ed.). John Wiley & Sons, Ltd.
- Genc, S., & Lafortune, S. (2007). Distributed diagnosis of place-bordered petri nets. *IEEE Transactions on automation science and engineering*, 4(2), 206.
- Glenn, M. (1995). *Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)*.
- Gosavi, A. (2006). A risk-sensitive approach to total productive maintenance. *Automatica*, 42, pp. 1321-1330.
- Habu, N., Koizumi, Y., & Ohmori, Y. (1992). *Implementação dos 5S na prática*. Campinas: Editora Icea.
- Hall, R. (1987). *Attaining Manufacturing Excellence: Just-in-time, Total Quality, Total People Involvement* (1ª ed.). Minnesota: Dow Jones-Irwin.
- Iata, C. M. (2002). *Modelo Kano de satisfação do cliente: Um estudo de caso para clientes internos*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Ilevbare, I., Phaal, R., Probert, D., & Padilla, A. T. (2011). *Integration of TRIZ and roadmapping for innovation, strategy, and problem solving*. Centre for Technology Management.
- Juran, J. M. (1989). *Juran on Leadership for Quality - An executive Handbook*. The Free Press.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1998). *Juran's Quality Handbook* (5ª ed.). The McGraw-Hill.

- Kister, T. C., & Hawkins, B. (2006). *Maintenance planning and scheduling handbook*. United Kingdom: Elsevier.
- Krasnoslobodtsev, V. (2012). Essential TRIZ for Beginners - Innovación Sistemática | Curso Introducción Al TRIZ Clásico.
- Kubota, F., & Rosa, L. (2012). A Triz (theory of inventive problem solving) aplicada à produção mais limpa. *Revista Gestão Industrial*, 8(3), 109-125.
- Li, T., & Huang, H. (2009). Applying TRIZ and Fuzzy AHP to develop innovative design for automated manufacturing systems. *Expert Systems with Applications*, 36(4), pp. 8302-8312.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- Mao, X., Zhang, X., & AbouRizk, S. (2007). Solutions for Su-field analysis. *The TRIZ Journal*.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing. *7th World Congress of Chemical Engineering*, (pp. 662-673). Glasgow: Institution of Chemical Engineers.
- Meyers, F. E., & Stewart, J. R. (2002). *Motion and Time Study for Lean Manufacturing* (3^a ed.). Upper Saddle River, New Jersey, Columbus, Ohio: Prentice Hall.
- Nakajima, S. (1998). *Introduction to TPM*. Productivity Press.
- Navas, H. (2013a). TRIZ uma metodologia para a resolução de problemas. *Guia de Empresas Certificadas, CemPalavras - Comunicação Empresarial, Lda*, pp. 28-32.
- Navas, H. (2013b). TRIZ: design problem solving with systematic innovation. *Advances in industrial design engineering. Intech*, pp. 65-97.
- Navas, H. (2014). Fundamentos do TRIZ parte VIII - modelo substância-campo. *Grupo Editorial Vida Económica*, nº57(1), p. 3.
- Neto, S. C., & Takaoka, H. (2010). *Utilização do modelo Kano para classificar importância de funcionalidades em ambientes virtuais de aprendizagem*. São Paulo.
- Niebel, B. W. (1994). *Engineering Maintenance Management* (2^a ed.). CRC Press.




- Ohno, T. (1996). *O Sistema Toyota de Produção - Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre: Bookman.
- Peterson, J., & Smith, R. (1998). *The 5S pocket guide*. Productivity Press.
- Pinto, J. P. (2013). *Manutenção Lean*. Lisboa: Lidel Edições Técnicas Lda.
- Pinto, J. P. (2014). *Pensamento Lean*. Lisboa: Lidel Edições Técnicas Lda.
- Rantanen, K., & Domb, E. (2002). *Simplified TRIZ: new problem-solving applications for engineers and manufacturing professionals*. CRC Press, LLC.
- Rodrigues, M., & Hatakeyama, K. (2006). Analysis of the fall of TPM in companies. *Journal of Materials Processing Technology*, 179, 276-279.
- Ruchti, B., & Livotov, P. (2001). TRIZ- based innovation principles and a process for problem solving in business and management. *European TRIZ Association*, 1-9.
- Sauerwein, E., Bailon, F., Matzler, K., & Hinterhuber, H. (1996). The Kano model: how to delight your costumers. *International Working Seminar on Production Economics*, 313-327.
- Savransky, D. (2000). *Engineering of creativity - introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving*. CRC Press.
- Seth, D., & Tripathi, D. (2006). A critical study of TQM and TPM approaches on business performance of Indian manufacturing industry. *Total Quality Management & Business Excellence*, 17(7), 812.
- Shingo, S. (1981). *Study of toyota production system - from an industrial engineering viewpoint*. Productivity Press.
- Silva, J. M. (1996). *O ambiente da qualidade na prática 5S* (3ª ed.). Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni.
- Sokovic, M., Pavletic, D., & Pipan, K. (2010). Quality improvement methodologies- PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 43(1), 476-483.

- Sousa, N. J. (2013). *Aplicação da Metodologia Lean no Serviço de Manutenção de uma Empresa Alimentar*. Obtido de https://run.unl.pt/bitstream/10362/10904/1/Sousa_2013.pdf
- Suzaki, K. (1987). *The New Manufacturing Challenge*. New York: Press, The Free.
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de operações lean: metodologias Kaizen para a melhoria contínua* (1ª ed.). New York: LeanOp Press.
- Terninko, J. (2000). Su-Field analysis. *TRIZ Journal*, 1-12.
- Terninko, J., Zussman, A., & Zlotin, B. (1998). *Systematic innovation: an introduction to TRIZ* (1ª ed.). Boca Raton, Florida: St. Lucie Press.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking - Banish waste and create wealth in your corporation*. Londres: Simon & Schuster.
- Womack, J., & Jones, D. (2005). *Lean Solutions: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together*. London: Simon & Schuster.

Anexo I – Questionário de Identificação de Problemas



Questionário



O presente questionário tem o intuito de perceber as suas maiores dificuldades/constrangimentos no decorrer das tarefas que desempenha no seu posto de trabalho.

Tendo em conta as tarefas que desenvolve no decorrer do seu dia de trabalho na linha de produção, descreva três das maiores dificuldades ou constrangimentos que limitam o normal desempenho das suas funções.

1. Não há ritmo para colocar permanentemente trabalho
2. O ritmo com algum ritmo está diminuindo
3. Faz muito barulho na linha

Figura A 1 – Questionário Efetuado aos Colaboradores

Anexo II – Exemplo de *Checklist* de Manutenção Autônoma

NOBRE		Sigma		CHECK-LIST																365 MAKING EVERYDAY BETTER		CAMPOFRIO FOOD GROUP						
MANUTENÇÃO AUTÔNOMA E MATERIAIS QUEBRÁVEIS																												
Ref.	Tipo	Máq.	Parada	Responsável	Elemento Máquina	Operações + Valores limite	EPI's	Centro:					Seção:					Linha: FIAMBEI										
								Semana 25					Semana 26					Semana 27					Semana 28					
								S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	
19	20	21	22	23	26	27	28	29	30	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14									
LFI Preparação/ Injeção Salmoura																												
Máquina:		23196 - Sistema Preparação Salmouras																										
				Operador	Segurança	Verificar a segurança da máquina.																						
				Operador	Rolamentos	Verificar ruídos estranhos que possa identificar rolamentos estragados.																						
				Operador	Fugas	Verificar se a máquina se encontra com alguma fuga de água ou salmoura.																						
				Operador	Sensor	Verificar o sensor do funil																						
																												
Máquina:		19147 (TQSL 1501) - Tanque Salmoura																										
				Operador	Fugas	Verificar se a máquina se encontra com alguma fuga de água ou salmoura.																						
				Operador	Ruído e Vibração	Verificar se a máquina faz muito ruído ou vibração.																						
Máquina:		19151 (TQSL 1505) - Tanque Salmoura																										
				Operador	Fugas	Verificar se a máquina se encontra com alguma fuga de água ou salmoura.																						
				Operador	Ruído e Vibração	Verificar se a máquina faz muito ruído ou vibração.																						

Figura A 2 – 1º Exemplo de *Checklist* de Manutenção Autônoma

Anexo III – Tabelas Auditoria 5S Inicial

Tabela A 1 - Auditoria 5S Inicial – Padronização, Disciplina

5S	Nº	Critério de Avaliação	Exemplos	Pontuação			Observações
				0	5	Total	
Padronização	4.1	Os materiais estão armazenados nos locais atribuídos	Prateleiras, áreas de trabalho, armários e gavetas	X		0	
	4.2	Existem padrões homogêneos e estão a ser corretamente utilizados	Zonas de armazenamento definidas, quadros de informação standards, as cores utilizadas são standard, identificações standards, identificação das peças	X		0	
	4.3	Existem planos de limpeza	Definição de um plano para limpeza de alguns componentes de montagem mais sensíveis	X		0	
	4.4	Existem relatórios para reportar e estão estandarizados	Relatório para reportar alterações ou não conformidades	X		0	
Disciplina	5.1	Estão adequadamente treinados para os procedimentos do 5S	Formação a operadores e verificar aplicação correta dos Sensos	X		0	
	5.2	Existe algum registo da total aceitação dos padrões descritos no ponto 4	Registo de novos procedimentos	X		0	
	5.3	Os padrões descritos no ponto 4 estão implementados e em melhoria contínua	Alteração de procedimentos com base em propostas de melhoria de colaboradores	X		0	
	5.4	Utiliza-se o sistema de registo de defeitos	Propostas de melhoria do colaborador, atualização	X		0	

Tabela A 2 – Auditoria 5S Inicial – Organização, Identificação, Limpeza

5S	Nº	Critério de Avaliação	Exemplos	Pontuação			Observações
				0	5	10	
Organização	1.1	Existência de material obsoleto na linha de produção	Recipientes, ferramentas, caixotes, matéria-prima	X		0	Existe pelo menos uma máquina que não é utilizada
	1.2	Existência de materiais sem utilização ou com defeito	Meios de transporte, equipamento, limpeza, caixotes	X		0	
	1.3	Existência de materiais, caixotes de transporte ou paletes desorganizados	Material de armazenamento, carros, caixas	X		0	Existem ferramentas que não são utilizadas
	1.4	Existe equipamento desnecessário na zona de trabalho	Armários, prateleiras, cadeiras, computadores, máquinas, carros de massa	X		0	Existe material avariado/degradado
	1.5	Existe informação desnecessária/irrelevante na área de trabalho	Boletins, instruções, etiquetas erradamente colocadas	X		0	
Identificação	2.1	As áreas de trabalho estão identificadas e de acordo com o standard	Zonas de armazenamento, carros, armários logísticos, locais para paletes...		X	5	Não existem marcações de zonas de trabalho, colocação de carros, ou equipamentos de auxílio.
	2.2	Existem marcas/sinais distintos dentro da zona de trabalho	Marcas no chão, zonas proibidas, caminhos, secretárias, paletes, caixas, contentores do lixo...	X		0	Material nao etiquetado
	2.3	Existem placas de identificação que distinguem zonas de trabalho	Placas de definição de áreas	X		0	
	2.4	Existem identificações de zonas de arrumação (armários)	Etiquetas dos materiais	X		0	
Limpeza	3.1	Os acessos encontram-se desimpedidos e limpos	Zonas de circulação de material		X	10	
	3.2	Os postos de trabalho estão limpos	Chão, paredes, caxilhos, portas...	X		5	A limpeza de toda a linha de produção está entregue a uma empresa subcontratada, a qual tem definida os seus planos de limpeza, e por isso, evidenciamos aqui uma melhoria na pontuação.
	3.3	Os utensílios/equipamentos de trabalho estão limpos	Ferramentas, carros de massas, máquinas...		X	10	
	3.4	Existem rotinas/planos ou checklists de limpeza	Estas checklists incluem os trabalhos necessários incluindo o seu horário de realização, meios necessários, tempo necessário e padrões de limpeza definidos	X		0	
	3.5	Estão disponíveis no posto de trabalho todos os materiais de limpeza	Detergentes, vassouras, solventes, equipamento especial...	X		0	
Apenas com a aplicação de 3 sentidos						21,4%	

Anexo IV – Tabela Auditoria 5S Final

Tabela A 3 – Auditoria 5S Final – Organização, Identificação, Limpeza

5S	Nº	Critério de Avaliação	Exemplos	Pontuação			Observações
				0	5	Total	
Organização	1.1	Existência de material obsoleto na linha de produção	Recipientes, ferramentas, caixotes, matéria-prima			10	Existe pelo menos uma máquina que não é utilizada
	1.2	Existência de materiais sem utilização ou com defeito	Meios de transporte, equipamento, limpeza, caixotes			10	Existem ferramentas que não são utilizadas
	1.3	Existência de materiais, caixotes de transporte ou paletes desorganizados	Material de armazenamento, carros, caixas			10	Existe material avariado/degradado
	1.4	Existe equipamento desnecessário na zona de trabalho	Armários, prateleiras, cadeiras, computadores, máquinas, carros de massa		X	5	
	1.5	Existe informação desnecessária/irrelevante na área de trabalho	Boletins, instruções, etiquetas erradamente colocadas		X	10	
Identificação	2.1	As áreas de trabalho estão identificadas e de acordo com o standard	Zonas de armazenamento, carros, armários logísticos, locais para paletes...		X	5	Não existem marcações de zonas de trabalho, colocação de carros, ou equipamentos de auxílio.
	2.2	Existem marcas/sinais distintos dentro da zona de trabalho	Marcas no chão, zonas proibidas, caminhos, secretárias, paletes, caixas, contentores do lixo...		X	10	Material não etiquetado
	2.3	Existem placas de identificação que distinguem zonas de trabalho	Placas de definição de áreas			10	
	2.4	Existem identifi-cações de zonas de ar-ma-zena-ção (armários)	Etiquetas dos materiais		X	10	
	3.1	Os acessos encontram-se desimpedidos e limpos	Zonas de circulação de material			10	
Limpeza	3.2	Os postos de trabalho estão limpos	Chão, paredes, caixilhos, portas...		X	5	A limpeza de toda a linha de produção está entregue a uma empresa subcontratada, a qual tem definida os seus planos de limpeza, e por isso, evidenciamos aqui uma melhoria na pontuação.
	3.3	Os utensílios/equipamentos de trabalho estão limpos	Ferramentas, carros de massas, máquinas...		X	10	
	3.4	Existem rotinas/planos ou checklists de limpeza	Esses checklists incluem os trabalhos necessários incluindo o seu horário de realização, meios necessários, tempo necessário e padrões de limpeza definidos		X	0	
	3.5	Estão disponíveis no posto de trabalho todos os materiais de limpeza	Detergentes, vassouras, solventes, equipamento especial...		X	0	
		Apenas com a aplicação de 3 sentidos				75,0%	

Tabela A 4 – Auditoria 5S Final – Padronização, Disciplina

5S	Nº	Critério de Avaliação	Exemplos	Pontuação				Observações
				0	5	10	Total	
Padronização	4.1	Os materiais estão armazenados nos locais atribuídos	Prateleiras, áreas de trabalho, armários e gavetas	X			0	
	4.2	Existem padrões homogêneos e estão a ser corretamente utilizados	Zonas de armazenamento definidas, quadros de informação standards, as cores utilizadas são standard, identificações standards, identificação das peças	X			0	
	4.3	Existem planos de limpeza	Definição de um plano para limpeza de alguns componentes de montagem mais sensíveis	X			0	
	4.4	Existem relatórios para reportar e estão standardizados	Relatório para reportar alterações ou não conformidades	X			0	
Disciplina	5.1	Estão adequadamente treinados para os procedimentos do 5S	Formação a operadores e verificar aplicação correta dos Sensores	X			0	
	5.2	Existe algum registo da total aceitação dos padrões descritos no ponto 4	Registo de novos procedimentos	X			0	
	5.3	Os padrões descritos no ponto 4 estão implementados e em melhoria contínua	Alteração de procedimentos com base em propostas de melhoria de colaboradores	X			0	
	5.4	Utiliza-se o sistema de registo de defeitos	Propostas de melhoria do colaborador, atualização	X			0	

Anexo V – Manual de Auditoria 5S



PORTÃO DEVE ESTAR FECHADO



W	X	✓	Nº	W	X	✓	Nº	W	X	✓	Nº
1				19				37			
2				20				38			
3				21				39			
4				22				40			
5				23				41			
6				24				42			
7				25				43			
8				26				44			
9				27				45			
10				28				46			
11				29				47			
12				30				48			
13				31				49			
14				32				50			
15				33				51			
16				34				52			
17				35							
18				36							





OS AVENTAIS DEVEM ESTAR NOS SUPORTES



W	X	✓	Nº	W	X	✓	Nº	W	X	✓	Nº
1				19				37			
2				20				38			
3				21				39			
4				22				40			
5				23				41			
6				24				42			
7				25				43			
8				26				44			
9				27				45			
10				28				46			
11				29				47			
12				30				48			
13				31				49			
14				32				50			
15				33				51			
16				34				52			
17				35							
18				36							

Figura A 4 – Exemplo do Manual 5S


Anexo VI – Exemplo de OPL

	<h1 style="margin: 0;">OPL</h1>	
Tema 19168 (TBF1 1582) – Tambor de fiambre 16		OPL 03-19168-08
Área Linha Fiambre		Data 21/02/2017
Classificação	Preparada por Pedro Rodrigo	Instrução Básica X
Segurança	Qualidade	M. Ambiente
Serviço	Melhoria	

TAMBOR DE FIAMBRE

Processo de Arranque:

1. Colocar a tampa no tambor;



2. Colocar os 3 parafusos e apertar;
3. Colocar a mangueira do vácuo;



Figura A 5 – Exemplo de OPL

4. Abrir a torneira do ar a meio;



5. Lavar com água a tampa do tambor;



6. Assim que o barômetro ultrapassar os 50 bar abrir a torneira do ar no máximo;



Figura A 6 – 2º Exemplo de OPL

7. Escolher o Programa através do menu **Trabalhar**;



8. Escolher um dos três programas disponíveis;

9. Confirmar o programa pretendido, no exemplo ilustrado temos 16 horas de programa, 40 minutos a trabalhar e 20 minutos de pausa;



10. Carregar no botão **Começo**.



Figura A 7 – 3º Exemplo de OPL

Anexo VII – Questionário de Análise à Satisfação dos Colaboradores

O presente Questionário tem o intuito de avaliar a sua satisfação enquanto recetor das melhorias efetuadas na linha de produção.

As questões encontram-se numeradas de 1 a 8 e as opções de resposta consideradas de a) a e). Cada pergunta tem duas versões, em que uma é positiva (perspetiva funcional) e a outra é negativa (perspetiva disfuncional). Para cada questão deve ser selecionada apenas uma resposta.

Assinale com um círculo, em redor do número que corresponder à sua resposta.

Tabela A 5 – Questionário de Análise à Satisfação dos Colaboradores

	Questão Positiva ou Funcional					Questão Negativa ou Disfuncional				
Questão 1	Na sua opinião, o seu nível de motivação no trabalho aumentou?					Na sua opinião, o seu nível de motivação no trabalho não aumentou?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 2	Na sua opinião, consegue realizar as tarefas em menos tempo?					Na sua opinião, não consegue realizar as tarefas em menos tempo?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 3	Na sua opinião, as ferramentas e materiais necessários ao seu trabalho encontram-se mais organizados?					Na sua opinião, as ferramentas e materiais necessários ao seu trabalho não se encontram mais organizados?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 4	Na sua opinião, utiliza as lições ponto a ponto/OPL's?					Na sua opinião, não utiliza as lições ponto a ponto/OPL's?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 5	Na sua opinião, consegue movimentar-se mais rapidamente de um local para outro na linha?					Na sua opinião, não consegue movimentar-se mais rapidamente de um local para outro na linha?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 6	Na sua opinião, as máquinas avariavam menos?					Na sua opinião, as máquinas não avariavam menos?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 7	Na sua opinião, sente que pode ser útil na manutenção das máquinas?					Na sua opinião, sente que pode ser útil na manutenção das máquinas?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Questão 8	Na sua opinião, sente que está mais seguro ao trabalhar no seu posto de trabalho?					Na sua opinião, sente que não está mais seguro ao trabalhar no seu posto de trabalho?				
Classificação	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Tabela A 6 – Atributos do processo

Atributos do processo		Questão Disfuncional (Negativa)				
		Concordo Plenamente (1)	Tem de ser assim (2)	Neutro (3)	Passo bem sem isso (4)	Discordo Plenamente (5)
Questão Funcional (Positiva)	Concordo Plenamente (1)	Q	A	A	A	L
	Tem de ser assim (2)	C	I	I	I	O
	Neutro (3)	C	I	I	I	O
	Passo bem sem isso (4)	C	I	I	I	O
	Discordo Plenamente (5)	C	C	C	C	Q

A – Atrativo

L – Linear

O – Obrigatório

I – Indiferente

Q – Questionável

C - Contraditório